

B. I.
A. 94

Band VII Heft 3

Juli 1913



ZEITSCHRIFT

FÜR

GLETSCHERKUNDE,

FÜR EISZEITFORSCHUNG UND GESCHICHTE DES KLIMAS

ANNALES DE GLACIOLOGIE

ANNALS OF GLACIOLOGY

ANNALI DI GLACIOLOGIA

Organ der Internationalen Gletscherkommission

Unter Mitwirkung von

- S. Finsterwalder (München), J. Geikie (Edinburgh), W. Kilian (Grenoble), Olinto Marinelli (Florenz),
- F. Nansen (Kristiania), A. Penck (Berlin), F. Porro (La Plata), Charles Rabot (Paris),
- H. F. Reid (Baltimore), F. Wahnschaffe (Berlin), A. Woeikof (St. Petersburg)

herausgegeben von

EDUARD BRÜCKNER

Professor an der Universität Wien

BERLIN

VERLAG VON GEBRÜDER BORNTAEGER

W 35 SCHÖNEBERGER UFER 12 a

1913

Die Neuvermessung des Suldenferners 1906 und dessen Veränderungen in den letzten Jahrzehnten.

Von **Sebastian Finsterwalder** und **Max Lagally** in München.

(Hierzu Tafel II—V.)

Inhaltsübersicht.

1. Einleitung, S. 145; 2. Lage und Grenzen des Suldenferners, S. 147; 3. Ältere Vermessungen, S. 148; 4. Die Feldarbeit der Neuaufnahme, S. 150; 5. Die Berechnung des trig. Netzes, S. 153; 6. Die Konstruktion und Herstellung der Karte, S. 155; 7. Die Schwankungen des Suldenferners bis zum letzten Tiefstand, S. 156; 8. Der Vorstoß um das Jahr 1900, S. 160; 9. Die Geschwindigkeit der Eisbewegung, S. 165; 10. Geologische und morphologische Verhältnisse, eiszeitliche Ablagerungen, S. 167; 11. Abgelagerte Moränen, S. 171; 12. Bewegte Moränen, Formen der Eisoberfläche, Firngrenze, S. 173; 13. Schlußbemerkung, S. 179; 14. Rechtwinklige Koordinaten der Festpunkte, S. 181; 15. Literaturverzeichnis, S. 182.

1. Einleitung. Zu den ältesten Gegenständen ostalpiner Gletscherforschung gehört der Suldenferner. Seine ausgedehnten, aufsehen-erregenden Schwankungen haben es bewirkt, daß er schon im Jahre 1886, als auf Eduard Richters Anregung hin die genaue Aufnahme der Gletscher mit den Hilfsmitteln der modernen Geodäsie, insbesondere der Tachymetrie, eben einsetzte, von S. Finsterwalder und seinen Genossen H. Hess und H. Schunck vermessen wurde¹⁾. Damals handelte es sich in erster Linie um das Ausmaß der früheren Schwankungen, deren Spuren klar zutage lagen, und um die Festlegung des dermaligen niedrigen Standes, den man als Ausgangspunkt einer neuen Schwankung anzusehen berechtigt schien. Man beschränkte sich dementsprechend auf die Gletscherzunge und das Vorland. Der Gedanke, das Firnfeld mit in den Bereich der genauen Aufnahme zu ziehen, schien noch allzukühn; auch haben erst die später bekannt gewordenen Methoden der Photogrammetrie dieses Unternehmen

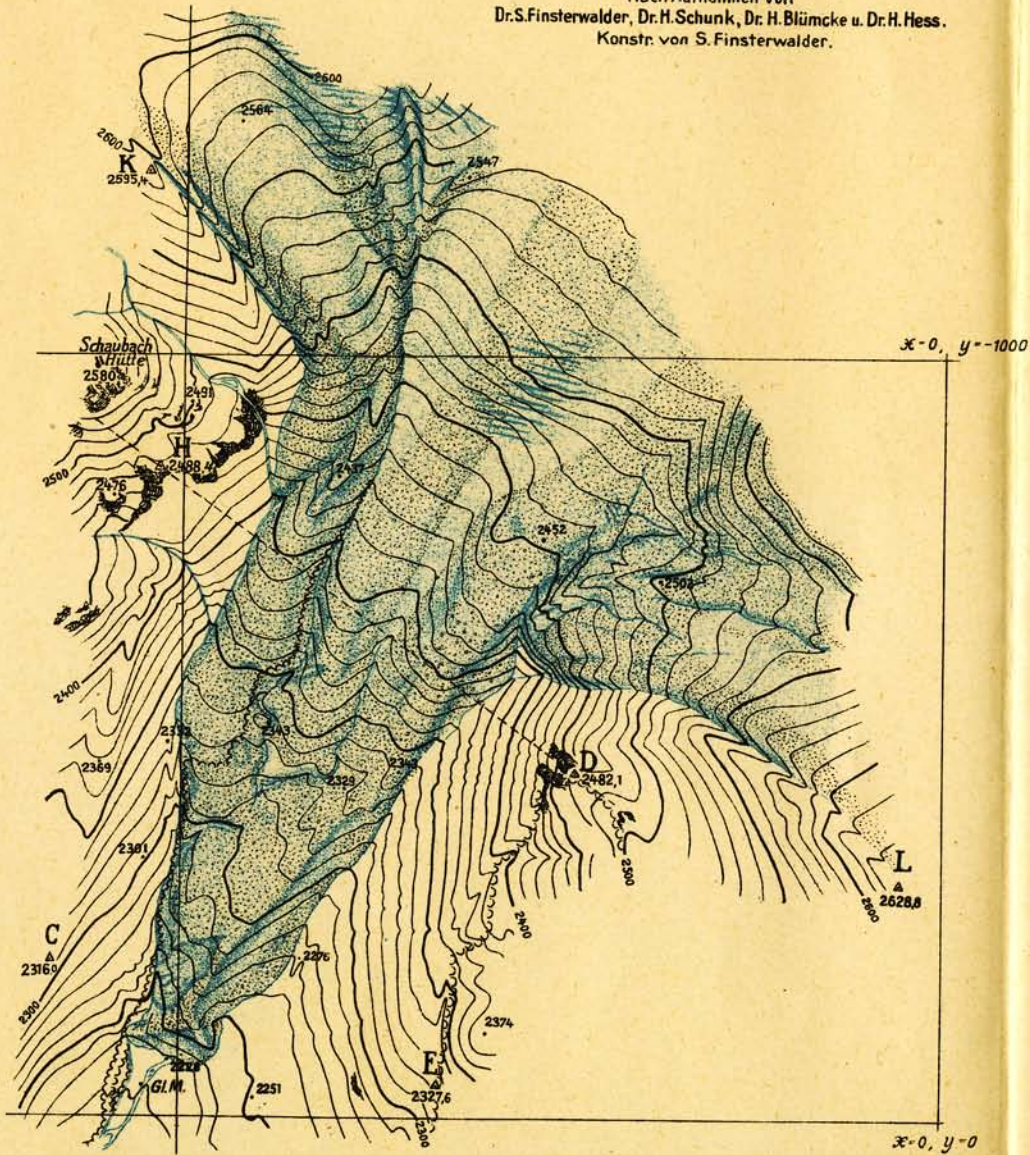
¹⁾ S. Lit.-Verz. (4) S. 70.

DIE ZUNGE DES SULDEN-FERNERS.

Mafsstab = 1:10000. 0 1 Km.

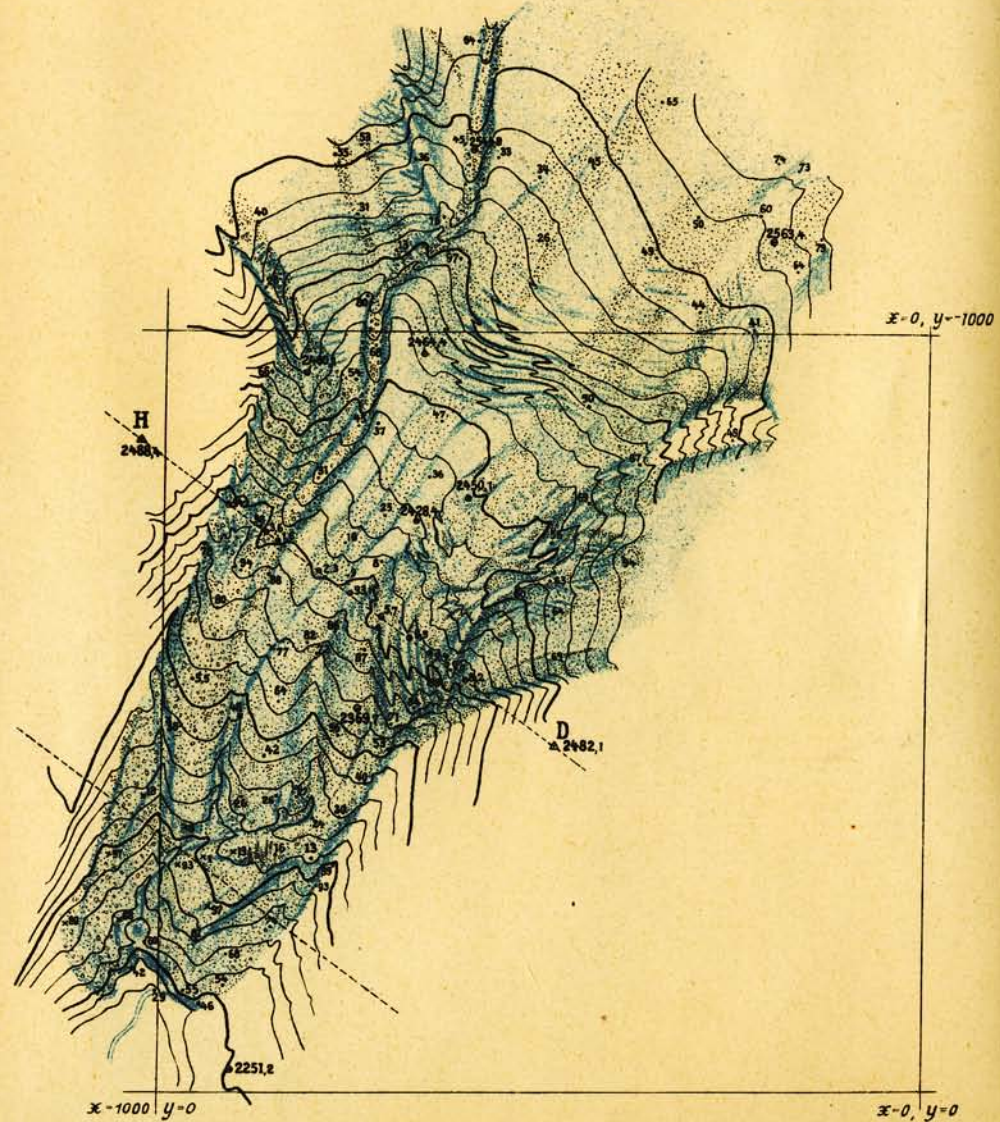
1886.

Nach Aufnahmen von
Dr.S.Finsterwalder, Dr.H.Schunk, Dr. H. Blümcke u. Dr.H.Hess.
Konstr. von S. Finsterwalder.



1890.

Nach Aufnahmen von
Dr. A. Blümcke, Dr. S. Finsterwalder
Konstr. v. S. Finsterwalder.





Repr. v. Hubert Köhler, München.

Verlag von GEBRÜDER BORNTRAEGER in Berlin.

DER SULDNER FERNER im Jahre 1855.

Nach einer Strichzeichnung von F. Simony in der Textbeilage zur I. u. II. Lieferung von Hölzels geographischen Charakter-Bildern.



Repr. v. Hubert Köhler, München.

Verlag von GEBRÜEDER BORNTREAGER in Berlin

DER SULDEN FERNER

praktisch ermöglicht. Im Jahre 1890 begaben sich S. Finsterwalder und A. Blümcke wieder nach Sulden, in erster Linie um physikalische, meteorologische und hydrographische Probleme in Angriff zu nehmen¹⁾. Die dabei gewonnenen Erfahrungen sind den späteren weitgreifenden Untersuchungen von A. Blümcke und H. Hess zugute gekommen. Daneben führte man eine tachymetrische Neuaufnahme der Gletscherzunge aus, welche die Hoffnung auf einen bevorstehenden Vorstoß weiter nährte. Später erfüllte sich diese Hoffnung in so bescheidenem Maße, daß es eher einer Enttäuschung gleich kam, wie die dritte Neuaufnahme der Zunge im Jahre 1895 von S. Finsterwalder²⁾, die bereits auf photogrammetrischem Wege stattfand, bewies. Eine vierte ebenfalls photogrammetrische Aufnahme der Zunge führte E. Rudel 1901³⁾ mit etwas unvollkommeneren Hilfsmitteln durch, und als im Jahre 1904 die vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein beauftragte Expedition zur Nachmessung der Gletschermarken mit einem Bussolenphotogrammometer photographische Aufnahmen zur Ergänzung der Bandmessungen ausführte, konnte aus diesen die Gestalt des Zungenendes für dieses Jahr wiederum festgelegt werden. Die vorstoßende Bewegung der Zunge, die im ganzen etwa 140 m betragen hatte, war bereits zum Stillstand gekommen.

Sollten die Ergebnisse dieser mühevollen Messungen für alle Zukunft ihren vollen Wert behalten, so war eine Sicherung der Ausgangspunkte, in erster Linie des trigonometrischen Netzes dringend erforderlich. Trotz der früher angewandten Sorgfalt war die Mehrzahl der trigonometrischen Punkte durch Weidegang, Lawinen, Erdbeben, Hüttenumbau usw. zerstört, und so faßten wir den Entschluß, im Jahre 1906⁴⁾ gelegentlich einer Neuaufnahme das Netz zu ergänzen und nach Möglichkeit zu sichern. Anschließend an diese Arbeiten sollte noch ein Lieblingsplan des inzwischen leider verstorbenen Organisationsleiters der ostalpinen Gletscherforschung E. Richter zur Ausführung kommen, nämlich in einer zwanglosen Besprechung angesichts der Gletscher selbst alte und junge Interessenten der Ostalpengletscher zum Austausch ihrer Erfahrungen und zur Anregung neuer Unternehmungen zu vereinigen⁵⁾. Bei der Ankunft in Sulden überraschte uns die erfreuliche Wahrnehmung, daß das Gebiet von der im

1) Lit.-Verz. (6) S. 265.

2) Lit.-Verz. (8) S. 20 u. 31.

3) Lit.-Verz. (12) S. 265.

4) Lit.-Verz. (15).

5) Lit.-Verz. (14).

Vorjahre ausgeführten Militärtriangulierung her mit neuen trigonometrischen Signalen versehen war. Wir hatten so Gelegenheit, unsere Signale an jene anzuknüpfen und damit nicht nur eine höhere Genauigkeit unserer Triangulation, sondern, was noch viel wertvoller für deren dauernden Bestand ist, eine unmittelbare Verbindung mit der Landesaufnahme zu erreichen. Im Verein mit der ausnehmend günstigen Witterung wurden wir damit zur photogrammetrischen Aufnahme des Gletschers samt Firnfeld ermutigt, die mit einigen Ergänzungen im darauffolgenden Jahre 1907¹⁾, bei denen sich die namhaften Alpinisten L. Distel und L. Heis rühmlichst beteiligten, wohl gelang. Einen sehr erfreulichen Erfolg hatte auch die ostalpine Gletscherkonferenz dank der regen Anteilnahme der Mitglieder und der gastlichen Aufnahme im Suldenhotel, das sie und uns beherbergte. Zwei der Konferenzteilnehmer W. Scheufele und E. Pfeiffer haben sich an der Vermessung erfolgreich beteiligt. Die Bearbeitung des trigonometrischen Teiles übernahm S. Finsterwalder. Das militärgeographische Institut in Wien förderte sie unermüdlich durch Mitteilung von Koordinaten, Höhen und Signalbeschreibungen, wofür seinem Leiter Feldzeugmeister Otto Frank und seinen Organen der wärmste Dank gebührt. Mit der photogrammetrischen Konstruktion und der Zeichnung der Karte befaßte sich M. Lagally, der im Jahre 1911 noch eine abschließende Begehung des Geländes in Begleitung von J. Höllerer unternahm. Alle diese Arbeiten wurden von seiten des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins durch Geldbeiträge kräftig unterstützt, die, wenn sie auch die Höhe der Kosten nicht erreichten, doch die Durchführung der Arbeiten erst ermöglichten. Nicht genug damit, hat der Hauptausschuß des Alpenvereins noch aus den Mitteln der Eduard Richterstiftung die hohen Kosten für die Veröffentlichung der Karten bewilligt, was hier mit vielem Dank festgestellt sei. Dankbare Anerkennung verdienen endlich die Herren Kollegen, die uns in selbstloser Weise älteres Material an Beobachtungen, Konstruktionen und Rechnungen zur Veröffentlichung überlassen haben.

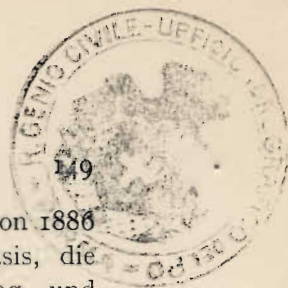
2. Lage und Grenzen des Suldenferners. Das Suldental in Tirol trennt zwei vom Hauptkamm der Ortlergruppe nach Norden ausgehende Kämmen, von denen der östliche am Eisseepaß, der westliche am Ortlerhochjoch bzw. am Ortlerpaß abzweigt. Im Westkamm liegt der 3902 m hohe Hauptgipfel der Gruppe. Der zwischen beiden Kämmen und dem Hauptkamm liegende nach Norden offene Winkel

¹⁾ Lit.-Verz. (17).

beherbergt das Sammelgebiet des Suldenferners. Von dem am Eisseepaß abzweigenden Seitenkamm gehört nur die erste, wenig bedeutende Erhebung der Eisseespitze 3347,4 m, eine flache Firnkuppe, der Umrahmung des Suldenferners an. Auf sie folgen im Hauptkamm die Suldenspitze 3372,1 m, das Schrötterhorn 3387,1 m und die Kreilspitze 3393 m als wenig hervortretende Gipfformen. Am folgenden Einschnitt, dem Königsjoch 3295 m ändert sich das Antlitz der Landschaft. Während nämlich der größte Teil der Ortlergruppe aus Glimmerschiefer besteht, ist ihrem westlichen Teil eine Scholle dolomitischen Kalkes überschoben, dem die auf das Königsjoch folgenden gewaltigen Berge Königspitze 3862,7 m, Zebrù 3738,6 m und der im westlichen Seitenkamm stehende Ortler 3902 m¹⁾ angehören. Der vom Ortler nach Osten auslaufende zum Hauptkamm parallele Hintere Grat bildet mit diesem eine von hohen Wänden umschlossene Mulde, aus welcher der Ortlerzufluß des Suldenferners entspringt. Ihm schließen sich östlich zwei Kargletscher an, deren einer, der Payerferner, aus der zwischen Zebrù und Königspitze gelegenen Nische kommt, während der zweite, der Königswandferner, einem in die Nordwand der Königspitze eingesenkten Kar entströmt. Der aus dem Glimmerschiefergebiet kommende Teil des Suldenferners, im folgenden häufig Suldenzufluß genannt, wird durch einen vom Schrötterhorn nach Norden ziehenden Firnkamm in zwei Teile, die Zuflüsse von der Kreilspitze und vom Eisseepaß, getrennt. Aus dem langgestreckten Sammelbecken von eiförmigem Umriß, das von Nordwest nach Südost 6 und quer dazu 2 Kilometer mißt, fließt die unbedeutende, zurzeit kaum 1 Kilometer lange Zunge nach Nordost senkrecht zur Längsachse des Sammelbeckens ab. Der Ortlerzufluß wird dabei zu einer starken Biegung genötigt und staut unter Umständen den Suldenzufluß. Eine Anzahl von Felsinseln, die dem Firnfeld auch im weniger geneigten Glimmerschiefergebiet entragen, sowie zwei schuttbedeckte Inseln nahe der Zungenwurzel, tragen noch weiter dazu bei, die Abflußverhältnisse des Gletschers zu verwickeln. Vor der schuttbedeckten, von mächtigen Ufermoränen begleiteten Zunge liegt ein flacher, mit Grund- und Obermoräne bedeckter Boden, der mit einer steilen Stufe, der Legerwand, 200 m tief in das eigentliche Suldenttal abbricht.

3. Ältere Vermessungen. Über die früheren Vermessungen geben ältere Veröffentlichungen ausführlichen Aufschluß, so daß hier einige

¹⁾ Die in der Karte eingetragene Höhe 3899.0 bezieht sich auf den trig. Punkt der Militärtriangulierung, der auf dem obersten Felsen unter dem Eisgipfel gelegen ist.



zusammenfassende Angaben genügen mögen. Die Aufnahme von 1886 stützte sich auf eine 200 m lange mit Stangen gemessene Basis, die am unteren Ende des Aufnahmegeländes in 1885 m Höhe lag, und eine daran angeschlossene 3 Kilometer lange Kette von Dreiecken, deren Eckpunkte zu beiden Seiten des Tales bis zu 2600 m emporstiegen und in denen alle Winkel gemessen wurden. Es wurde eine Genauigkeit der gegenseitigen Lage der trigonometrischen Punkte innerhalb eines halben Meters angestrebt und auch erreicht, wie die Neuvermessung zeigte. Die Winkelmessungen führte H. Schunck aus, die Berechnung auf Grund einer empirischen Ausgleichung S. Finsterwalder. Die Koordinaten wurden eben gerechnet und auf den Meereshorizont reduziert. Die Höhen zählten von einer nach der alten Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie zu 1880 m angenommenen, seither verschwundenen Höhenmarke am innersten Gampenhof. Die 13 Netzpunkte wurden mit Löchern im Fels oder in Blöcken und roten Farbflecken markiert. Die Geländeaufnahme selbst geschah auf 31 mehrfach rückwärts eingeschnittenen Standpunkten, von welchen aus 439 Einzelpunkte tachymetrisch bestimmt und das Gelände an Ort und Stelle skizziert wurde. Die Karte wurde von S. Finsterwalder in 1:5000 gezeichnet und in 1:10000 veröffentlicht. Die Originalzeichnung ist dabei leider verloren gegangen. Ein Ausschnitt der Karte in 1:10000 ist auf Tafel III wiedergegeben. Die im Jahre 1890 von A. Blümcke und S. Finsterwalder ausgeführte Neuaufnahme schloß sich in der Methode der früheren an. Es wurden von 7 Standpunkten aus 115 Einzelpunkte gemessen und zur Zeichnung des Geländes Photographien benutzt. Die dritte Aufnahme vom Jahre 1895 erfolgte rein photogrammetrisch durch S. Finsterwalder mit einem neukonstruierten Phototheodolit¹⁾ im Format 12×16 cm mit 15 cm Bildweite von 5 Standpunkten aus, die in einem halben Tag erledigt wurden. Zur Konstruktion der verwickelten Geländeformen in 1:5000 dienten 164 photogrammetrische Punkte. Der mittlere Fehler einer photogrammetrisch ermittelten Höhe kann auf 0,4 m veranschlagt werden. Von den gleichen und zwei weiteren Standpunkten aus hat 1901 E. Rudel mittels einer einfachen Holzkamera im Format 9×12 cm und mit 10 cm Bildweite die photogrammetrische Aufnahme wiederholt und die Gletscherzunge aus 50 Punkten in 1:5000 konstruiert. Verkleinerungen auf 1:10000 dieser Karten, sowie einer Karte, welche S. Finsterwalder aus zwei Bildern kon-

¹⁾ Nach Angaben von S. Finsterwalder ausgeführt von M. Ott in München; beschrieben in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 1895. S. 371.

struierte, die Reishauer und Döhler bei der früher erwähnten Gletschermarkennachmessung mittels eines Bussolenphotogrameters vom Format $9 \times 12 \text{ cm}^1$) und 11 cm Bildweite gewonnen hatten, sind ebenfalls in Tafel III wiedergegeben. Die Höhenzahlen aller dieser Karten beruhen auf den Bestimmungen von 1886 und sind um 8 m kleiner als auf der Hauptkarte. Zum leichteren Vergleiche ist diesen Karten das Kilometerquadrat beigegeben, welchem im System der Hauptkarte die Werte: $x = 0,0 \text{ m}$ und $x = 1000,0 \text{ m}$, sowie: $y = 0,0 \text{ m}$ und $y = -1000,0 \text{ m}$ entsprechen.

4. Die Feldarbeit der Neuaufnahme. Der größte Teil der Neuvermessung wurde in der Zeit vom 31. Juli bis 9. August 1906 von S. Finsterwalder und M. Lagally unter Mitwirkung von E. Pfeiffer und W. Scheufele ausgeführt. Es konnten nur mehr die vier Punkte A, F, D und H des alten trigonometrischen Netzes sicher aufgefunden und in das neue Netz übernommen werden; sechs waren zerstört und einer fand sich erst nach Abschluß der Arbeiten. Die Signale der Militärtriangulierung Legerwand 2174,6 m (unfern des alten Punktes B), Hinterer Grat 2801,1 m und Hintere Schöntaufspitze 3307,6 m ergänzten das Netz, das sich schließlich auf 25 Punkte erweiterte, von denen allerdings die letzten vier U und Pf auf dem Eise des Ortlerzuflusses und S und T auf den Felsen des Hinteren Grates nur rückwärts nach den übrigen eingeschnitten wurden. Die Standpunkte wurden, um sie für spätere Arbeiten nach Möglichkeit zu sichern, durch in den Fels gemeißelte Löcher und mit roter Farbe unter Hinzufügung entsprechender Buchstaben bezeichnet. Zur Signalisierung dienten weißrote Fahnen von 0,8 m Seitenlänge auf 2 m hohen durch einen Steinbau gesicherten Stangen, in einzelnen Fällen (z. B. bei Q) auch bloß ein Steinmann. Später wurde noch der trigonometrische Punkt der Militärtriangulierung Ebenwand 2623,7 m in der Nähe der Schaubachhütte, dessen Pyramide bereits verfallen war, angeschlossen. Auch die übrigen 3—4 m hohen Pyramiden der Militärtriangulierung, die sehr kräftig gebaut waren, sind nun sämtlich verschwunden, so daß man künftig auf die Bodenmarkierung (ein in einen eingegrabenen Stein von 20 cm Querabmessungen eingemeißeltes Kreuz samt den Buchstaben MT) angewiesen ist.

Die Winkelmessungen geschahen auf den leichter zugänglichen Punkten mit einem Nonentheodolit von Ertel und Sohn (15 cm

¹⁾ Siehe Neumeyer, Anleit. zu wiss. Beob. auf Reisen. 1. Bd. 3. Aufl. Hannover 1906. S. 168.

Horizontalkreis, 12 cm Vertikalkreis), auf den höher gelegenen mit dem bequemer tragbaren Phototheodolit von Ott. Mit letzterem wurden auch von 17 Standpunkten 73 photogrammetrische Aufnahmen 12×16 cm gemacht und außerdem mit einem Bussolenphotogrammeter 9×12 cm von Sedelbauer 25 Aufnahmen von 9 Standpunkten. Der Phototheodolit hat sich trotz seiner leichten Bauart (er wiegt mit Kasten, Stativ und 12 gefüllten Kassetten samt Verpackung nur 10,5 kg) wieder vorzüglich bewährt; insbesondere hat keines der Bilder durch mangelhafte Lichtdichtigkeit der Lederkassetten gelitten. Die bei den meisten Aufnahmen verwendeten Silbereosinplatten von Perutz gaben bei reichlicher Belichtung durch eine starke Gelbscheibe tadellose Bilder. Bei den großen Höhenunterschieden des Geländes wurde das ausgiebige Bildfeld des Photo-

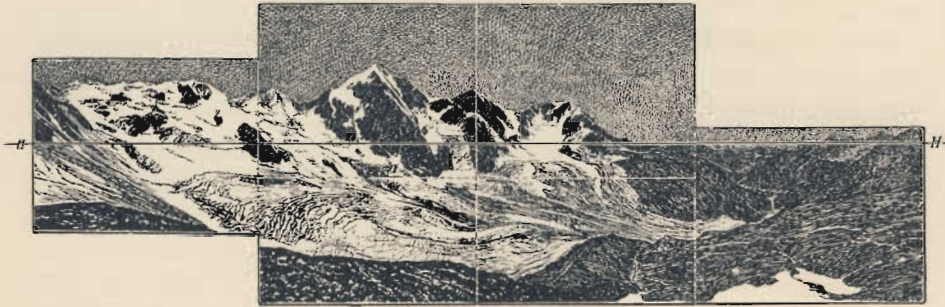


Fig. 1. Ein aus sechs Einzelaufnahmen zusammengestelltes photogrammetrisches Panorama vom Punkt N 2884,3 m.

theodolits (bei senkrechter Bildebene 36° über und unter dem Horizont, je nach Lage des Objektivs) häufig vollständig ausgenützt und von gleichem Standpunkt aus bei demselben Azimut, aber verschieden gestellter Linse zwei senkrecht übereinander stehende Aufnahmen gemacht. Auch eine Reihe von Panoramen, deren Einzelbilder horizontal 52° umfassen, wurden photographiert, insbesondere eine volle Rundsicht auf der vom Eise des Suldenzuflusses umströmten Schuttinsel vom Punkte J 2620,1 m aus. Eine halbe Rundsicht vom Punkt N zeigt Fig. 1.

Versuchsweise wurde auch das Pulfrichsche Verfahren der Stereophotogrammetrie benützt. Auf dem langen Moränenkamm, der von den Wänden des Hintern Grats ausgehend dem linken Gletscherufer folgt, wurden vier je ca. 120 m lange Standlinien mit dem Stahlband gemessen und senkrecht zu jeder Standlinie jeweils zwei Aufnahmen

des Gletscherbeckens mittels des Bussolenphotogrammeters unter Benützung ein und derselben Metallkassette gemacht. Die Endpunkte des Meßbandzuges, die 463 m voneinander entfernt sind, wurden in das trigonometrische Netz einbezogen. Die Bilder hat später E. Pfeiffer mit gutem Erfolg bearbeitet. Endlich wurde zwischen den trigonometrischen Punkten H und D eine Steinlinie mit 10 Nummernsteinen auf den Gletscher gelegt und deren Bewegung nach Ablauf von 9 Tagen gemessen.

Schon während der Feldarbeit im Jahre 1906 war es klar, daß verschiedene Gebiete des Firnfeldes weniger gut bestimmt, ja sogar einzelne Lücken geblieben waren. Ihr Umfang wurde bei der Bearbeitung im folgenden Winter erkannt und daraufhin eine Ergänzungsmessung beschlossen, die in der Zeit vom 9.—19. August 1907 stattfand. An ihr beteiligten sich noch W. Scheufele, L. Distel und L. Heis. Nachdem die vorjährigen Punkte neu signalisiert waren, begann unter Führung der beiden letztgenannten Herren eine dreitägige Tour auf das Ortlerhochjoch und den Zebrù. Wir erreichten das Joch über den vollständig vereisten Firnhang vom Suldenferner aus in schwerer Stufenarbeit und nächtigten zweimal auf der Hochjochhütte 3530 m. An zwei Punkten auf dem Hochjoch, dann auf dem Westgipfel des Zebrù und der östlich davon gelegenen Scharte wurde der innerste Winkel des Ortlerzuflusses mit dem Phototheodolit aufgenommen. Den Rückweg zur Schaubachhütte wählten wir der geringeren Schwierigkeiten halber über die Firnfelder des Zebrù- und Cedehgletschers und das Königsjoch. Es verdient bei dieser Gelegenheit hervorgehoben zu werden, daß im Sommer 1907 der Hochjochgrat, die Thurwieserschneide und der Nordabfall des Königsjoches vollkommen eisfrei waren und auf trockenem Fels begangen werden konnten. Später wurden von Lagally die Gratpartien des Glimmerschiefergebietes noch genauer aufgenommen, wobei die Suldenspitze, das Schrötterhorn und ein Felsvorbau 3206,0 m östlich der Eissee spitze als Standpunkte dienten. Die Absicht, die Hänge des Hochjochgrates noch weiter von den Höhen des Hinteren Grates zu photographieren, vereitelten schlechtes Wetter und Neuschnee. Im ganzen wurden von 8 Standpunkten aus 30 Bilder im Format 12×16 cm aufgenommen und die Steinlinie zwischen H und D nachgemessen.

Nochmals im August 1911 verbrachte M. Lagally mit J. Höllerer eine Woche auf der Schaubachhütte zum Studium der Moränen und zur Feststellung der Veränderungen des Ferners seit der Aufnahme der Karte. Es wurden mittels des Bussolenphotogrammeters die

Zunge und einige Teile der Gletschermulde neuerdings photographiert, die Bewegung der Steinlinie gemessen und das Profil zwischen H und D neu aufgenommen.

5. Die Berechnung des trigonometrischen Netzes. Auf die Verarbeitung der Messungen, insbesondere der trigonometrischen ist der improvisierte Charakter der ganzen Aufnahme nicht ohne Einfluß geblieben. Es wurde zunächst das Viereck der Punkte: Legerwand, C' E' F¹⁾, in dem alle Winkel gemessen waren, systematisch ausgeglichen und daran in gemeinsamer Ausgleichung die Punkte A und G', sowie einzeln die Punkte H und D angeschlossen. Aus den vier erhalten gebliebenen Punkten A D F H der älteren Vermessung ließ sich dann ein vorläufiger Maßstab entnehmen und mit ihm Koordinaten und Höhen der 8 Punkte rechnen. Der mittlere Koordinatenunterschied bei den 4 gemeinsamen Punkten des alten und neuen Netzes betrug dabei 11 cm bei der größten Entfernung A H der verglichenen Punkte von 1800 m. Es folgte jetzt der Anschluß der Einzelpunkte Hinterer Grat Signal und M und dann in gemeinsamer systematischer Ausgleichung jener von N und L', sowie des Steinmanns am Hintern Grat. Nachdem dann das Mandl (Kz) am Königsjoch wieder einzeln angeschlossen war, kamen in gemeinsamer Ausgleichung Q und Schöntaufspitze Signal an die Reihe. Nun waren 3 Punkte der Militärtriangulierung: Legerwand, Hinterer Grat Signal und Schöntaufspitze Steinmann in unserm Netz und damit Gelegenheit zur Prüfung desselben gegeben. Diese geschah auf rechnerischem Wege in folgender Weise. Es wurde unser Netz durch Drehung und Maßstabänderung mit dem der Militärtriangulierung an den 3 Punkten möglichst gut in Übereinstimmung gebracht, wobei den Koordinatenfehlern jener Punkte in unserm Netz entsprechend Rechnung getragen wurde. Die dabei notwendige Verkleinerung unseres Netzes betrug nur ein Siebentausendstel und der Anschluß an die Militärtriangulierung erfolgte in ganz befriedigender Weise.

Die Unterschiede betragen bei der Strecke: Legerwand Hinterer Grat — 7 cm auf 1515 m, bei der Strecke Hinterer Grat Schöntaufspitze + 60 cm auf 3814 m, bei der Strecke Legerwand Schöntaufspitze + 69 cm auf 2300 m. Auch der später durchgeführte Anschluß bei

¹⁾ Die Bezeichnung der älteren trig. Punkte bezieht sich auf die Karte von 1886 Lit.-Verz. (4). War der neue Punkt nicht identisch mit dem alten, so wurde der Buchstabe mit einem Strich versehen.

Punkt Ebenwand erfolgte gleich günstig. Mit der bei diesem Anschluß gewonnenen Drehung und Verkürzung unseres Netzes konnten nun die Koordinaten unserer Netzpunkte in das System der Militärtriangulierung umgerechnet werden. Bei den Anschlußpunkten wurden weiterhin die Koordinaten der Militärtriangulation ohne weiteres übernommen. Über die Berechnung der folgenden Punkte gibt die Koordinatentabelle Seite 181 genügenden Aufschluß. Bezüglich der darin aufgeführten mittleren Fehler der Koordinaten und Höhen ist zu bemerken, daß bei Berechnung derselben, wie üblich, die früheren Punkte, auf welche sich die Bestimmung der späteren stützt, als fehlerfrei vorausgesetzt wurden und daß die Berechnung der Höhen durch Mittelbildung mit Gewichten, die dem Quadrat der Entfernungen umgekehrt proportional gesetzt wurden, erfolgte.

Nach Ausweis der Koordinatentabelle ist die Festlegung der Standpunkte für die photogrammetrischen Aufnahmen mit der Genauigkeit innerhalb eines Meters wohl erreicht. Wo diese Grenze etwas überschritten wurde, ist der Umstand schuld, daß die betreffenden Punkte nach sehr fern gelegenen Festpunkten rückwärts eingeschnitten werden mußten, da die näher gelegenen unter so großem Tiefenwinkel ($> 16^\circ$) erschienen, daß sie dem Phototheodolit nicht erreichbar waren. Wäre die ganze Vermessung von vornherein systematisch angelegt gewesen, so hätte sich dieser Übelstand vermeiden lassen, freilich nur mit ganz erheblich größerem Aufwand an Zeit, Kosten und Mühe für den Signalbau und die Winkelmessung. Eine willkommene Bestätigung fand die trigonometrische Arbeit schließlich noch durch den Vergleich des vorhin erwähnten 463 m langen Meßbandzuges mit der Entfernung seiner triangulierten Endpunkte L' und L_1 . Beide stimmten nach gehöriger Reduktion auf die Wagrechte und die Meeresfläche bis auf 14 cm überein, genauer als es nach der Schärfe der Bandmessung unter den gegebenen Umständen zu erwarten war.

Schließlich ist noch einiges über das in Anwendung gebrachte Koordinatensystem zu sagen. Der Mittelpunkt desselben liegt $28^\circ 15' 0'', 00$ östlich von Ferro und unter $46^\circ 30' 0'', 00$ nördlicher Breite; er ist auf der Karte durch ein feines Kreuz 150 m nordwestlich der Bäckmannhütte bezeichnet. Die positive X-Achse geht nach Osten, die positive Y-Achse nach Norden. Die Karte ist so orientiert, daß oben Süden, rechts Westen liegt; die Ecken der Kilometerquadrate sind durch feine Kreuze markiert. Zur Umwandlung der kartesischen Koordinaten x, y in geographische dienen innerhalb der Messungsgenauigkeit die einfachen Formeln:

$$\Delta\lambda = \left(1000x + \frac{xy}{6,0626}\right) [8,671205-10]; \Delta\varphi = \left(1000y - \frac{x^2}{12,1252}\right) [8,510397-10]$$

wobei $\Delta\lambda$ und $\Delta\varphi$ die Längen- und Breitenunterschiede gegen den Koordinatenmittelpunkt in Sekunden sind, die Koordinaten x und y in Kilometern gerechnet werden und die Differenzen in den [] Klammern die Logarithmen der zugehörigen Faktoren bedeuten.

6. Die Konstruktion und Herstellung der Karte. Zur Konstruktion und Zeichnung der Karte wurden nach bewährtem Verfahren zwei getrennte Blätter verwendet, starker Zeichenkarton aus dem k. bayr. Katasterbureau; auf beide Blätter waren mit der Teilmaschine Dezimeternetze aufgetragen. In dieses Koordinatensystem wurden auf dem für die Reinzeichnung bestimmten Blatt die trigonometrischen Punkte, auf dem Konstruktionsblatt die photogrammetrischen Standpunkte eingezeichnet. Das Auftragen der Photographien geschah, soweit die Grenzen des Zeichenblattes dies gestatteten, in doppeltem Maßstabe, um die Genauigkeit der Konstruktion zu erhöhen. Für das Einpassen der Photographien wurden neben den auf den Bildern sichtbaren Signalen und den gemessenen oder durch Übereinandergreifen der Bilder bestimmten Winkeln auch einzelne besonders sorgfältig konstruierte photogrammetrische Punkte verwendet. Die Bestimmung der photogrammetrischen Punkte geschah mit wenigen Ausnahmen aus mindestens drei Strahlen. Für die Höhenrechnung war, da mit Papierkopien gearbeitet wurde, außer den gebräuchlichen Korrekturen noch der Unterschied des Papiereingangs in der Längs- und Querichtung der Bilder zu berücksichtigen. Die Höhendifferenzen wurden mittels des Rechenschiebers in bekannter Weise berechnet. In ausgedehntem Maße wurden die Konturen der Terrainformen verwendet¹⁾; insbesondere wurden auf dem vom Schrötterhorn herabziehenden Firnkamm die Höhenkurven fast ohne Verwendung von Detailpunkten als Enveloppen der Höhenkurven einer größeren Zahl von Tangentialkegeln gezeichnet.

Die Anzahl der konstruierten Detailpunkte beträgt über Tausend; sie sind zum größten Teil auch in der fertigen Karte enthalten. Die Zeichnung der Karte geschah in der Weise, daß jeweils ein kleineres abgeschlossenes Gebiet, nachdem die nötige Anzahl von Detailpunkten beschafft und in das Zeichenblatt übertragen war, ausgearbeitet wurde.

Die im Vergleich zu den flacheren Partien der Firnmulde äußerst steilen und zerrissenen, durch Nischen und Kare gegliederten Wände,

¹⁾ Lit.-Verz. (9) S. 40.

namentlich in der Umrahmung des oberen Teiles des Ortlerzuflusses, sind wegen der durch die steilen Sichten vergrößerten Schwierigkeit der Punktbestimmung, sowie wegen der größeren Entfernung der photogrammetrischen Standpunkte weniger genau bestimmt; mittlere Höhenfehler von 2—3 Metern sind in diesen Gebieten keine Seltenheit, während in den tieferen Lagen die Genauigkeit durchaus den bei der Konstruktion anderer Karten gemachten Erfahrungen¹⁾ entspricht. Das eisfreie Gebiet unterhalb der Gletscherzunge wurde unter Vergrößerung aller Höhen um 8 m mit Rücksicht auf die veränderte Basis der Höhenmessung der Finsterwalderschen Karte von 1887 entnommen. Nur einzelne Felspartien, insbesondere die Legerwand, wurden in diesem Teil der Karte neu konstruiert, ohne daß sich indes nennenswerte Abänderungen ergeben hätten.

Die Konstruktion der Karte Tafel II, die durch verschiedene Ursachen wiederholt auf längere Zeit unterbrochen wurde, zog sich fast sechs Jahre lang bis zum Juli 1912 hin; dann begann die Vervielfältigung der Karte durch die Graphische Kunstanstalt von Hubert Köhler in München. Durch liebevolle Sorgfalt in der künstlerischen Ausführung und durch bereitwilliges Eingehen auf unsere Wünsche hat Herr Köhler warmen Dank verdient.

7. Die Schwankungen des Suldenferners bis zum letzten Tiefstand.

Wie wir aus dem grundlegenden Werke von Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter²⁾, entnehmen, bildete der eiszeitliche Suldenferner einen Zufluß des Etschgletschers und kam auch während der ersten Rückzugsstadien noch nicht als selbständiger Gletscher zur Geltung. Die Moränen des Gschnitzstadiums liegen bei Prad am Ausgang des Suldentales ins Vintschgau; der Suldenferner war damals noch mit dem Trafoier Ferner vereint und erreichte vermutlich gerade noch den Etschgletscher. Bemerkenswert sind mächtige, durch Erosion in Erdpyramiden aufgelöste Moränenablagerungen bei Stils an der Vereinigung des Suldner und Trafoier Tales, die Reste einer Talverbauung.

Erst unterhalb des Dorfes St. Gertraud, namentlich beim Unterstockhof und inneren Ortlerhof finden sich Moränen, die der Suldenferner als selbständiges Gletschergebilde abgelagert hat und die Penck dem Daunstadium zuschreibt³⁾. Sie umschließen die Talweitung von Sulden, die mit diluvialem Geröll, in welches der Bach gegenwärtig sein Bett einschneidet, erfüllt ist.

¹⁾ Lit.-Verz. (9) S. 38.

²⁾³⁾ Lit.-Verz. (18) S. 926.

Der älteste Vorstoß in geschichtlicher Zeit, von dem wir Kenntnis haben, fand um das Jahr 1760 statt¹⁾; er war geringer als der von 1818 und zweifellos durch dieselbe Klimaschwankung verursacht, welche den Vorstoß des Vernagt- und des Grindelwaldferners in den siebziger Jahren des 18. Jahrhunderts hervorgerufen hat.

Im Jahre 1815 beobachteten die Talbewohner eine stärkere Bewegung des Gletschers²⁾; aber erst im April 1817 stürzten Eisstücke über die Legerwand herab. Es scheint demnach, daß das Gletscherende, als der Vorstoß begann, ähnlich wie heute beträchtlich hinter der Legerwand zurückgelegen war³⁾. Trotz widersprechender Berichte in verschiedenen Zeitungsnotizen, die fast die einzigen Quellen über den Verlauf des Vorstoßes bilden, scheint es sehr wahrscheinlich, daß ein Anwachsen des Ortlerzuflusses die Bewegung einleitete. Zu Weihnachten 1817 war die Tiefe des Suldentales und im Frühling 1818 die Gampenhöhe erreicht. Nun wurde die Bewegung, die in Jahresfrist 1200 m betragen hatte, langsamer, und im September 1819 kam der Vorstoß 300 m vor den Gampenhöfen zum Stehen. Eine Lithographie von Schweighofer, die den Gletscher in diesem Zustand trotz der etwas schematischen Behandlung der Felspartien und der Eisoberfläche mit großer Treue wiedergibt⁴⁾, zeigt, daß die Legerwand vollständig von wildzerklüftetem, ganz schuttfreiem Eis verhüllt war und nicht einmal einen deutlichen Gefällsknick der Gletscheroberfläche bewirkte.

Im Jahre 1820 begann der Rückzug, über dessen Verlauf wir schlecht unterrichtet sind. Vermutlich trennten sich die im Tal liegenden Eismassen bald von der Zunge oberhalb der Legerwand und wurden nur durch herabstürzende Eislawinen eine Zeitlang noch dürrtig ernährt. Schuttbedeckung und Beschattung schützten den unteren Teil des Gletschers vor rascher Aufzehrung, und noch im Jahre 1856 bedeckten zwei ansehnliche Reste toten Eises, 200 bis 300 Schritt breit und vom Bach in langen Gängen durchflossen, den Talboden.

Nach Dr. Stotter⁵⁾ lag der Gletscher im Herbst 1845 noch weit hinter der Legerwand (nach der übertriebenen Schätzung des Kuraten Griesemann, die sich wohl auf das schuttfreie Eis bezieht,

¹⁾ Lit.-Verz. (5) S. 94.

²⁾ Die Nachrichten über diesen Gletschervorstoß sammelte v. Sonklar (1). Weitere genaue Beschreibungen (4) S. 75.

³⁾ Richter (5) S. 95. Fußnote.

⁴⁾ Eine Reproduktion der Schweighoferschen Lithographie von 1818 findet sich in (4) S. 80. Im Original sieht man die Bauern die Heuernte vor dem heranrückenden Gletscher in Sicherheit bringen.

⁵⁾ Lit.-Verz. (5) S. 96.

mehr als 1000 Klafter); im Frühjahr 1846 bildete er schon eine zweite Wand auf derselben, von der täglich Eisstücke zu Tal gingen, die sich dort anhäuften. Die Bewegung kam wieder zum Stillstand und im Jahre 1855 hielt Simony¹⁾ den Gletscher für im Rückzug befindlich, obwohl das Eis noch auf der Legerwand stand und eine schuttbedeckte Zunge links sich etwas unter dieselbe erstreckte. Diesen Zustand hat F. Simony in einer prächtigen Zeichnung von einem Punkte unfern des heutigen Suldenhotels aus festgehalten, die in Tafel IV in starker Verkleinerung wiedergegeben ist. Allein schon 1856 begann ein erneuter Vorstoß, den v. Sonklar beobachtet und beschrieben hat. Der Gletscher blähte sich unter Zerklüftung in starken Wülsten auf und schob sich über den Rand der Legerwand; gerade so wie im Jahre 1818 war auch diesmal der Ortlerzufluß das treibende Element. Unterhalb der Legerwand verschmolzen die Eismassen zu einem neuen Gletscher, der bald durch einen in der Bachrinne herabdringenden Eislappen mit dem oberen Gletscher in Verbindung trat. Eine Handskizze v. Sonklars aus dem Jahre 1856 zeigt einen regenerierten Gletscher unterhalb der Legerwand. Außerdem hängt ein Lappen des Gletschers in der Klamm, in welcher der Gletscherbach die Wand durchzieht, herab und erreicht gerade die unten liegenden Eismassen. Nach Angabe des Kuraten Griesemann²⁾ setzte der Gletscher im Jahre 1857 sein Wachsen lebhaft fort. Es fehlen aber bestimmte Nachrichten über Dauer und Grenzen des Vorstoßes; vermutlich hat er sich bald erschöpft.

Die von Payer³⁾ im Jahre 1865 gezeichnete Karte des Suldengebietes zeigt das Gletscherende an der Flanke eines von der linken Talseite herabziehenden Schuttkegels, nach der Karte von Finsterwalder etwa 700 m hinter der alten Endmoräne. Damit stimmt jedoch weder die Karte (580 m) noch der Text (533 m) der Payerschen Abhandlung überein. Die Originalaufnahme vom Jahre 1870 gibt für das Gletscherende einen Punkt von 1955 m Höhe und 900 m Distanz von der Moräne, der sich in die Finsterwaldersche Karte ohne Zwang einpassen läßt. Um die beiden Aufnahmen zur Übereinstimmung zu bringen, müßte man annehmen, daß sich der Gletscher in den 5 Jahren 1865—1870 um 200 m zurückgezogen hat, was ganz unwahrscheinlich ist, da zwischen den beiden Endpunkten noch eine deutliche Stirnmoräne liegt, welche mindestens auf einen zeitweisen

¹⁾ Lit.-Verz. (5) S. 96.

²⁾ Lit.-Verz. (13) S. 260.

³⁾ Lit.-Verz. (2).

Stillstand schließen läßt. Über den Rückgang des Gletschers in den Jahren 1865—1870 geben nun die neuerdings durch J. Hann bekannt gewordenen Messungen des Kuraten Eller Aufschluß, die dieser vom Jahre 1862 an, bis er im Jahre 1872 durch einen Lawinensturz seine Markensteine verlor, alljährlich ausgeführt hat¹⁾. Danach betrug der Rückzug in diesen 5 Jahren 1865—70 nur 45 m. Man muß deshalb (die Angabe der Originalaufnahme als richtig vorausgesetzt) die Lage des Gletscherendes im Jahre 1865 an einen Punkt verlegen, der 855 m hinter der alten Endmoräne und noch reichlich 100 m hinter der eben erwähnten Stirnmoräne zurückliegt. In den drei vorangegangenen Jahren betrug der Rückzug, ebenfalls nach Messungen Ellers 68 m²⁾; das Gletscherende lag also im Jahre 1862 bereits mehr als 30 m hinter jener Stirnmoräne, die demnach wohl sicher die Grenzen des Vorstoßes von 1856 bezeichnet. Der Rückgang hat vermutlich mit einem Einsinken der Gletscheroberfläche begonnen, dem erst nach ein paar Jahren, vielleicht 1860, eine merkliche Verkürzung der Zunge folgte, so daß ein Rückgang von nur 30 m bis 1862 sehr gut denkbar ist. Schon vor der Hannschen Veröffentlichung hatte sich Ed. Richter³⁾ dazu entschlossen, die Stirnmoräne auf Grund des Augenscheins als Grenze des Vorstoßes vom Jahre 1856 aufzufassen und die Payerschen Angaben zu verwerfen; um so mehr als ein weiterer Beobachter, Moisisovics, der die Höhe des Gletscherendes im Jahre 1865 zu 1979 m angibt, dieses damit etwa 100 m hinter der Stirnmoräne festlegte, von der es nach Payer etwa 150 m talabwärts gelegen sein müßte.

In den folgenden Jahren 1870—1872 zog sich der Gletscher nach den Messungen Ellers mit einer ungefähr gleichbleibenden Geschwindigkeit von 6—10 m im Jahre zurück; doch ist über den Verlauf des weiteren Rückganges wenig bekannt. Die Legerwand, in deren Schlucht nach Payers Karte des Suldengebietes 1865 das Eis des oberen Gletschers noch mit jenem des unteren zusammenhing, wurde nach dessen Textangabe⁴⁾ im Jahre 1866 eisfrei, während sich nach einer viel später (1878) aus dem Gedächtnis niedergeschriebenen Angabe Ellers der untere Teil des Gletschers erst 1872 nahezu vollständig abtrennte. Jedenfalls zeigt die Originalaufnahme von 1870 den Zusammenhang zwischen beiden Teilen bereits unterbrochen. Die untere Zunge schwand nun rasch; doch hielt sich ein durch Beschattung und Schuttbedeckung

1) Lit.-Verz. (13) S. 256

2) Lit.-Verz. (4) S. 77.

3) Lit.-Verz. (5) S. 97.

4) Lit.-Verz. (3) S. 8.

geschützter Eisrest noch Jahrzehnte lang um so leichter, als er, gerade am Ausgang einer Lawinenrinne gelegen, alljährlich Schutz durch Lawinenschnee empfing. Noch im Jahre 1884 war der Eistunnel, in welchem der Bach den Gletscherrest durchfloß, 100 m, 1886 nur mehr 50 m lang. Die letzte Eisbrücke stürzte im August 1890 ein; im Jahre 1892 war nach M. Fritsch¹⁾ der letzte Eisrest verschwunden. In Tafel V ist die Lage des Gletscherendes und des damals noch vorhandenen Eisrestes unterhalb der Legerwand, sowie die Ausdehnung des alten Gletscherbettes nach einer aquarellierten Zeichnung von S. Finsterwalder vom Jahre 1886, aufgenommen vom vordern Schöneck, wiedergegeben.

Der obere Teil des Gletschers hat bis nach 1870 den Rand der Legerwand behauptet. Nach Ellers Angaben war es noch 1873 unmöglich, oberhalb der Legerwand zur Schönleitenhütte hinüberzugehen, ohne den Gletscher zu betreten; von 1872 bis 1874 betrug der Rückzug nach dem Augenschein 44 m. Nach Finsterwalders Karte lag im Jahre 1886 das Gletscherende bereits 450 m von der Legerwand entfernt; dies entspricht einem jährlichen Rückgang von 30 m im Mittel. Offenbar erfolgte eine Zeitlang ein sehr schneller Rückzug; denn ebenso wie in den ersten Jahren dieser Periode war auch in den letzten der Rückzug wesentlich geringer als der Mittelwert. Er betrug von 1884—1886 nach Finsterwalders Messung an einer von Richter gesetzten Marke 15 m. Bis 1890 ging das Gletscherende noch um 29 m zurück und der Suldenferner erreichte damit den kleinsten bekannten Stand, welcher 1950 m hinter dem Höchststand von 1819 und 1200 m hinter jenem von 1857 zurückliegt. Die letzte Rückzugsperiode hat somit etwas über 30 Jahre gedauert.

Nach Auswertung von Finsterwalder²⁾ betrug das von 1819 bis 1886 eisfrei gewordene Volumen unter Annahme einer sehr geringen Aufwölbung der Oberfläche über die Moränengrenzen 45 Millionen Kubikmeter. Für den Ausbruch von 1857 ist die betreffende Zahl auf 8—9 Millionen zu schätzen.

8. Der Vorstoß des Suldenfernens um das Jahr 1900. Payers Aufnahme und ebenso die Originalaufnahme stellen das Gebiet an der Zungenwurzel als zusammenhängende Eismasse mit gleichmäßig geneigter, spaltenarmer Oberfläche dar, auf welcher langgezogene schmale Gufferlinien verlaufen. Eine Photographie von J. Beck in

¹⁾ Lit.-Verz. (7) S. 226.

²⁾ Lit.-Verz. (4) S. 86.

Straßburg 1879 zeigt diese Regelmäßigkeit nicht mehr. Der Ortlerzufluß ist stark geschwunden; sein vom Hauptstrom getrenntes Ende hat sich hinter die Ecke des linken Moränenwalles bei Punkt D zurückgezogen. Die gegenüberliegende Dolomitschuttinsel rechts vom Ende ist auf große Erstreckung eisfrei; der Abfluß des Endes läuft etwa 200 m über Schuttboden, ehe er unter dem Hauptstrom verschwindet. Dort blieb das Gletscherende bis zum Jahre 1883, wie aus einer Photographie von Jägermaier¹⁾ ersichtlich ist, auf der andererseits der Zufluß von der Suldenspitze etwas höher und zerborstener erscheint.

Im Gegensatz hierzu war drei Jahre später, bei der Vermessung des Jahres 1886, eine entschiedene Vorwärtsbewegung des Ortlerzuflusses festzustellen. (Vergleiche hierzu die Karten, die auf Tafel III wiedergegeben sind.) Die mit Schutt bedeckte, vorher eingesunkene Oberfläche hatte sich aufgewölbt und eine 200 m breite an der Stirn 30 m hohe Eiszunge drang in der Rinne vor, welche der Hauptstrom zwischen sich und der Moräne freigelassen hatte. Die Dolomitschuttinsel war wesentlich verkleinert und der Hauptstrom selbst zeigte sich an der Stelle, wo sich die Zunge an ihn heranschiebt, aufgestaut, trug aber sonst alle Merkmale starker Abschmelzung²⁾.

Bis zum Jahre 1890, während das Ende des Hauptstromes noch zurückging, war der Ortlerzufluß um 120 m vorgerückt. Seine Mächtigkeit betrug an der Stelle, wo 1883 das Ende lag, 60 m. Das Profil zwischen H und D hatte sich gegenüber dem Stande von 1886 im Mittel um 12 m gehoben, und zwar auf der rechten Seite durchschnittlich um 4, auf der linken um 19 m, im Maximum um 38 m. Der Hauptstrom war durch den seitlichen Druck des senkrecht anrückenden Ortlerzuflusses bedeutend aufgestaut, krummgebogen und in Wülste gelegt, welche die vordringende Gletscherstirn dieses Zuflusses in parallelen Ringen umsäumten³⁾.

Bei der folgenden Vermessung im Jahre 1895 war das Gesamtbild wesentlich anders. In die bisher stark aufgestauten Eismassen des Zuflusses von der Suldenspitze war stärkere Bewegung gekommen, und so war nicht nur der Ortlerzufluß, sondern die ganze Zunge in energischem Vorschreiten begriffen. Das Gletscherende hatte seit dem Jahre 1890 einen Vorstoß um 41 m gemacht. Gleichzeitig war die ganze Zunge nach beiden Seiten hin beträchtlich breiter geworden. Noch stärker als die Mitte der Gletscherstirn, auf die sich diese Zahlen-

¹⁾ Abgebildet in (4) S. 88.

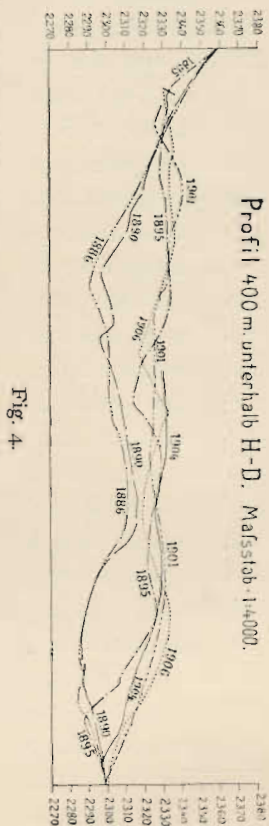
²⁾ Lit.-Verz. (4) S. 87 unten.

³⁾ Vgl. Tafel III.

angaben beziehen, war die rechte Seite vorgerückt und hatte die Marke bereits überflügelt. Wahrscheinlich ist dabei schuttbedecktes Eis, das bei der Aufnahme von 1886 als abgelagerte Moräne erschien, wieder in stärkere Bewegung versetzt worden. In der Erwartung, daß auch der mittlere Teil der Gletscherfront noch weiter vorstoßen werde, wurde weiter zurückliegend eine Neumarkierung vorgenommen¹⁾.

In der Tat wurde die alte Marke bereits in den folgenden Jahren durch den vorschreitenden Gletscher zerstört²⁾, und als E. Rudel im Jahre 1901 den Gletscher vermaß, fand er seit 1895 einen Vorstoß um 70 m. Diesem Vorschreiten des Gletscherendes stand aber bereits ein Einsinken an der Zungenwurzel gegenüber. Der vorher so mächtige Ortlerzufluß war flach und schmal geworden, seine Verschmelzung mit dem Suldenzufluß und die Vereinheitlichung der Oberflächenformen hatte seit 1896 wesentliche Fortschritte gemacht. Das Eisvolumen der Zunge hatte sich in der gleichen Zeit nicht nennenswert verändert; es verschoben sich nur die aufgestauten Eismassen von oben nach unten und bewirkten so den Vorstoß und die Verbreiterung der Zunge³⁾.

In den folgenden zwei Jahren ging der Gletscher nochmals um 27 m vor⁴⁾; aber die Aufnahme des Jahres 1904 zeigt das Zungenende bereits im Rückzug, in der Mitte 11 m hinter dem höchsten Stand. Bemerkenswert sind die hohen, steilen Eiswände, welche damals die Gletscherstirn bildeten. Diese sind in den folgenden Jahren allmählich immer niedriger geworden,



1) Lit.-Verz. (7) S. 269.

2) Die neue Marke liegt auf einem sehr großen, 2—3 m hohem Dolomitblock am linken Bachufer, 115 m von der Richterschen Marke entfernt, wie der Vergleich der Triangulation von 1906 mit der Karte von 1886 ergeben hat. Die aus den Markenmessungen folgende größere Entfernung scheint auf einem Irrtum im Jahre 1895 zu beruhen. Die Richtersche Marke war damals zwischen zwei Bacharmen gelegen und nicht mehr zugänglich.

3) Lit.-Verz. (10) S. 247, (11) S. 32.

4) Lit.-Verz. (12) S. 266.

4) Lit.-Verz. (16) S. 224.

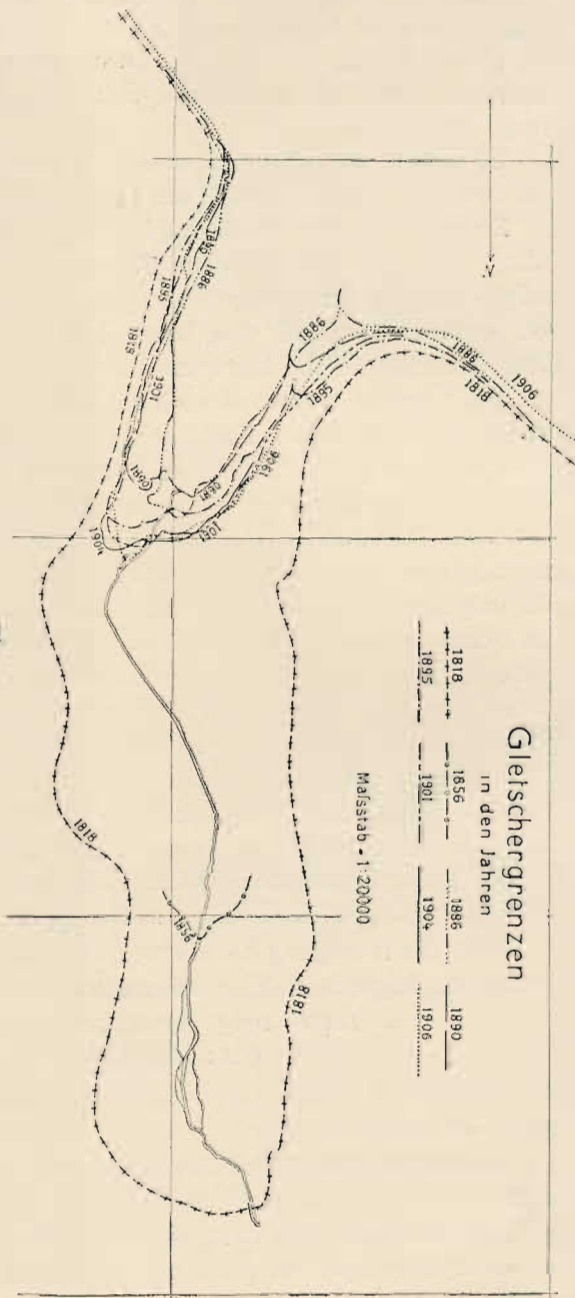


Fig. 2.

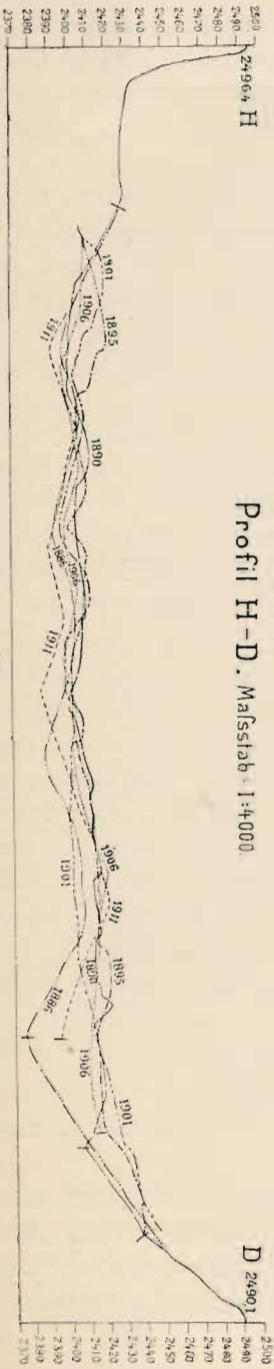


Fig. 3.

während das Gletscherende gleichzeitig, wenn auch langsam, zurückging. Allerdings verteilte sich dieser Rückzug nicht gleichmäßig über die ganze Front; die rechte, durch dichten Glimmerschieferschutt geschützte und wenig geneigte Seite der Zunge schritt sogar noch einige Jahre vor.

So sahen wir während unserer Vermessung in den Jahren 1906 und 1907 das Ende abermals um 11 m zurückgegangen, die Oberfläche der Zunge in starker Auflösung begriffen. Der Ortlerzufluß, schon im Jahre 1901 mit den anderen Teilen der Zunge verschmolzen, war außerordentlich eingesunken und hatte an seinem unteren Ende eine von einem Schuttwall umgebene, mit Resten kaum noch bewegten Eises bedeckte Grube hinterlassen.

Bei unserem letzten Besuch im Jahre 1911 hatte diese Zersetzung der Zunge noch weitere Fortschritte gemacht; die Zunge war niedriger geworden, ohne sich allerdings nennenswert zurückzuziehen; nur in der Nähe des Gletschertores war ein Rückgang um etwa 10 m zu konstatieren. Dagegen hatte sich der Ortlerzufluß bis über die Ecke bei D zurückgezogen; was weiter abwärts liegt, kann nur mehr als totes Eis angesprochen werden. Am Rande der tiefen Rinne, die durch das Schmelzen des Ortlerzuflusses frei geworden ist, ragt die Innenmoräne, die ihn früher von der Hauptzunge trennte, als langgezogene Mauer von $\frac{1}{2}$ m Dicke und über 2 m Höhe über die Oberfläche des Eises. Der Anblick von der Schaubachhütte erinnert wieder schlagend an die Photographie von Jägermaier aus dem Jahre 1883¹⁾; die kurz vor 1886 beginnende Schwankung ist abgelaufen, wenn auch für die nächsten Jahre noch mit einem Rückzug des Gletscherendes, selbst für den ganz unwahrscheinlichen Fall, daß sich ein erneuter Vorstoß des Ortlerzuflusses vorbereiten sollte, gerechnet werden muß.

Über die Bewegung des Gletscherendes in der abgelaufenen Periode stellen wir folgende Zahlen zusammen:

1890—1903: Vorschreiten um 138 m

1903—1911: Rückgang um 32 m

Der Vorstoß des Ortlerzuflusses betrug etwa 400 m und dauerte ungefähr von 1884 bis 1901.

Sämtliche gemessenen Grenzen des Gletschers sind samt den Gletscherständen von 1818 und 1856 in Fig. 2 zusammengestellt. Nur der Gletscherstand von 1911 ist wegen der äußerst geringen Änderung seit dem Jahre 1906 weggelassen. Ebenso gibt Fig. 3 und 4 Aufschluß

¹⁾ Lit.-Verz. (4) S. 88.

über die Änderungen zweier Querprofile des Gletschers, deren oberes in der Verbindungslinie der Punkte H und D über die Zunge gelegt ist, während das andere 400 m talabwärts parallel dem ersten verläuft. Diese Profile sind fast sämtlich aus den Karten entnommen; nur das obere Profil wurde im Jahre 1906 und 1911 direkt durch Messungen mit dem Theodolit bestimmt. Die Schwankungen des Gletscherstandes, namentlich auf der linken Seite, lassen sich an den Profilen gut verfolgen; auch das spätere Auftreten der Schwellung in dem unteren Profil ist deutlich, doch sind auch zufällige Veränderungen des Gletscherstandes an einzelnen Stellen der Zunge infolge der großen Unregelmäßigkeit der Oberfläche des Eises von bedeutendem Einfluß auf die Gestalt der Querschnitte.

9. Die Geschwindigkeit der Eisbewegung. Als im Jahre 1818 die Eismassen des Suldenferners ins Tal vordrangen, erreichte die Geschwindigkeit des Gletscherendes 1200 m im Jahre; auch bei dem kleineren Vorstoß von 1856 war die Eisbewegung erstaunlich rasch; die Geschwindigkeit der Eismassen erreichte mindestens den halben Betrag wie im Jahre 1818.

Gelegentlich der ersten Aufnahme des Suldenferners im Jahre 1886 nahmen Finsterwalder und Schunck¹⁾ 300 m vom Gletscherende entfernt eine Geschwindigkeitsmessung vor, welche in der Zeit vom 30. August bis 3. September eine tägliche Geschwindigkeit von 19,9 cm in der Mitte, 18,9 cm in 40 m Entfernung vom rechten Rand des 250 m breiten Gletschers ergab.

Im Jahre 1890 bei der zweiten Vermessung wurde eine aus zehn Nummernsteinen bestehende Steinlinie zwischen den Punkten H und D gelegt und ihre Bewegung nach 12 Tagen gemessen. Das Ergebnis zeigt nachstehende Tabelle (m):

Stein-Nr.	1	2	(3)	4	5	6	7	8	9	10
Entfernung von D . .	147	205	—	239	286	336	387	425	468	538 m
Weg in 12 Tagen . .	1,41	1,62	—	1,54	1,80	1,79	1,91	1,80	1,67	0,47 m

Die tägliche Bewegung betrug in der Mitte der Zunge 16 cm, war also jedenfalls (da die Messung näher der Zungenwurzel vorgenommen worden war) seit 1886 beträchtlich geringer geworden²⁾.

¹⁾ Lit.-Verz. (4) S. 76 Anmerkung.

²⁾ E. Richter: Bericht über die Schwankungen der Gletscher der Ostalpen 1888—92. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1893. S. 479.

Eine mehr zufällige Beobachtung machte E. Rudel¹⁾ im Jahre 1901. Ein Steinblock im unteren Teil der Zunge konnte auf Bildern aus den Jahren 1895 und 1901 mit Sicherheit identifiziert werden; er war in diesen 6 Jahren um 140 m vorgeschritten, also jährlich um 23,3 m. Seine Geschwindigkeit betrug also, gleichmäßig auf das ganze Jahr verteilt, 6,4 cm pro Tag; ein trotz der Nähe des Gletscherendes sehr geringer Wert, obwohl der Gletscher damals im Vorrücken war.

Ähnliche Beträge von durchschnittlich 7,5 cm pro Tag maßen wir im Jahre 1906 in der Mitte der Zunge zwischen den Punkten H und D. Die in diesem Jahre gelegte Steinlinie wurde in den Jahren 1907 und 1911 nachgemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Stein-Nr.	2	5	6	7	8	9	10
Entfernung von D in Richtung gegen H (1906) in Metern	139,6	288,0	352,4	414,6	439,4	501,1	543,7
Bewegung der Steine in Metern							
{ 1906—1907	—	17,4	14,2	14,7	16,8	11,2	9,2
{ 1906—1911	[3,2]	65,6	58,1	59,9	62,3	—	[15,9]
{ 1907—1911	—	48,2	43,9	45,2	45,5	—	[6,7]
Jährliche Bewegung zwischen							
{ 1906 und 1907	—	17,4	14,2	14,7	16,8	11,2	9,2
{ 1906 und 1911	[0,6]	13,2	11,6	12,0	12,5	—	—
{ 1907 und 1911	—	12,0	11,0	11,3	11,4	—	—
Seitliche Verschiebung (positiv in Richtung von H nach D)							
{ 1906—1907	—	0	1,2	— 0,6	3,1	— 0,2	1,5
{ 1906—1911	[15,8]	2,6	8,8	8,5	21,1	—	[12,0]
{ 1907—1911	—	2,6	7,6	9,1	18,0	—	[10,5]

Die eingeklammerten Zahlen sind unsicher.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, konnten von den ursprünglich 10 Steinen nur 7 wiedergefunden werden. Infolge der verwickelten Zusammensetzung der Zunge aus zahlreichen Eisströmen zeigt die Verteilung der Geschwindigkeit auf dem Querprofil H—D nicht jene Regelmäßigkeit, die man von den meisten Gletschern gewohnt ist. Stein 2 liegt auf nahezu totem Eis, das keine nennenswerte Bewegung mehr besitzt. Die beträchtliche seitliche Bewegung dieses Steines ist durch Abrutschen von der Höhe eines Längswalles der Zunge in den zwei solche Wälle trennenden benachbarten Graben zu erklären. Gegenüber den vier mittleren Steinen 5, 6, 7, 8 stehen die auf dem stark eingesunkenen Ortlerzufluß gelegenen Steine 9 und 10 an

¹⁾ Lit.-Verz. (12) S. 266.

Geschwindigkeit noch bedeutend zurück. Stein 10 ist um das Jahr 1909 durch Ausschmelzen auf der Ufermoräne gestrandet und liegt jetzt 6 m über dem Gletscher. Bemerkenswert ist die namentlich seit 1907 auftretende Verschiebung der Steine nach dem linken Ufer zu, bedingt durch ein Nachdrängen der Eismassen gegen die durch das Abschmelzen des Ortlerzuflusses entstandene Grube. Besonders deutlich ist diese Verschiebung und ebenso das Einsinken der Eisoberfläche durch einen Vergleich der Profile H—D in den Jahren 1906 und 1911 (Fig. 3) zu erkennen. Daß die ganze Zunge vielleicht in Kürze das Schicksal des Ortlerzuflusses teilen wird, und daß sie nur mehr ein absterbender Eislappen ist, zeigt die Abnahme der jährlichen Bewegung in der Tabelle.

Die durchschnittliche tägliche Bewegung der Steine 5 und 8 war zwischen 1906 und 1907 nur mehr 4,7 cm, während wir im August 1906 immerhin 7,5 cm gemessen hatten. Man kann aus dieser Differenz auf eine äußerst geringe Wintergeschwindigkeit schließen als Folge des heute nur mehr geringen Druckes, den die Eismassen des Firnfeldes auf die Zungenwurzel ausüben.

Über die Geschwindigkeit an anderen Stellen des Gletschers können wir nur ein paar gelegentliche Beobachtungen anführen. An fünf auch in der Karte bezeichneten Punkten in 2600—2700 m Höhe, deren einer auf dem Suldenzufluß, vier auf dem Ortlerzufluß liegen, ließen sich auf den Photographien aus den Jahren 1906 und 1911 einzelne Steine mit Sicherheit identifizieren. Die mittleren Jahresgeschwindigkeiten ergaben sich hieraus zu 15—20 m.

10. Geologische und morphologische Verhältnisse, eiszeitliche Ablagerungen. Wie eingangs erwähnt, gehören die höchsten Gipfel der Ortlergruppe nicht dem den Grundstock bildenden Glimmerschiefermassiv an, sondern einer überschobenen Platte dolomitischen Kalkes, welche der Triasperiode zugeschrieben wird. In unserem Gebiet gehören die gegen den Suldenferner abfallenden Wände der Königspitze, des Zebrù und Ortler dem Kalk an. Die Kontaktzone verläuft vom Königsjoch zu den Ausläufern des Hinteren Grates; sie ist fast auf dem ganzen Verlauf von Eis, Moränen und Gehängeschutt verhüllt und wird nur an den beiden genannten Stellen sichtbar. Zwischen Kalk und Glimmerschiefer befinden sich Ergüsse von dioritischem Eruptivgestein (Ortlerit und Suldenit), aus dem die Wände der Kreilspitze und des Königsjoches, insbesondere das Königsmandl bestehen, und das außerdem spärlicher am hinteren Grat auftritt. Dieses Gestein

findet sich auch gelegentlich eingesprengt, und zwar sowohl im Glimmerschiefer an den westlichen Hängen der Eisseespitze als auch im Kalk der Nordwand der Königsspitze, wie sein Vorkommen auf der Moräne des Königswandferners lehrt. Diese Moräne gibt auch Aufschluß über ein Vorkommen von Kalksilikatfels an der genannten Stelle. Es enthält Granat, Vesuvian, Epidot, Kalk- und Chloritnester, außerdem Spuren von Erzen (Schwefelkies und Malachit). Auf dem vom Signal Hinterer Grat nach Westen ziehenden Rücken findet sich ein Gneisvorkommen, das übrigens schon von Payer in einem geologischen Profil angedeutet ist.

In morphologischer Hinsicht zeigen die beiden geologisch verschiedenen Gebiete bedeutende Unterschiede. Im Glimmerschiefergebiet herrschen mäßig geneigte Firnmulden vor; die Gipfel ragen nur wenig über die Kammhöhe; die Einfirnung reicht meist bis an den Grat, nur vereinzelte Felspartien sind eisfrei. Die Formen sind zum größten Teil durch glaziale Wirkungen geschaffen. Im Kalkgebiet dagegen steigen steile Wände über dem Eis der Gletschermulde empor. Der Kamm, um 500 m höher als im Glimmerschiefergebiet, ist durch tiefe Joche zerschnitten, von denen wild zerrissene Grate auf die Gipfel führen. In die 1000 m hohen, zum großen Teil eisfreien Wände sind beträchtliche Kare eingesenkt; doch ist die Grundform des Gebietes, das langgestreckte Becken des Ortlerferners, wenn auch glazial ausgestaltet, so doch offenbar tektonisch vorgebildet.

Die verschiedene Neigung der Gletscherzuflüsse aus dem Glimmerschiefer und dem Kalkgebiet lassen sich am besten mittels der von Lagally ausgewerteten in Fig. 5 wiedergegebenen hypsoklinographischen Kurven vergleichen. Die mittlere Böschung des Glimmerschieferzuflusses beträgt $30^{\circ} 4'$, die des Kalkzuflusses $36^{\circ} 47'$. Bei der Ausmessung der hypsoklinographischen Kurve wurde der Flächeninhalt des Gletschers derart begrenzt, daß Felswände oberhalb der Firnlinie mit in die Gletscherfläche einbezogen, Inseln im Abschmelzungsgebiet jedoch ausgeschaltet wurden. Hiernach beträgt der Flächeninhalt des Glimmerschiefergebietes 315 ha, der des Kalkgebietes 743 ha. Der ganze Ferner bedeckt somit eine Fläche von 1058 ha. Hiervon entfallen auf die einzelnen Zuflüsse folgende Beträge:

Zufluß vom Eisseepaß	Zufluß von der Kreilspitze	Königswandferner	Payerferner	Ortlerzufluß	Summe
206 ha [236 ha]	206 ha [144 ha]	137 ha [116 ha]	156 ha [129 ha]	353 ha [328 ha]	1058 ha [953 ha]

Die eingeklammerten Werte hatte Finsterwalder im Jahr 1886 aus der österreichischen Originalaufnahme entnommen. Die so gefundene eisbedeckte Fläche ist um 10% zu klein. Die Differenz verteilt sich ziemlich gleichmäßig auf die einzelnen Teile; nur für den Zufluß vom Eissepaß hatte sich ein höherer Wert ergeben, vermutlich infolge einer anderen Abgrenzung gegen den Zufluß von der Kreilspitze.

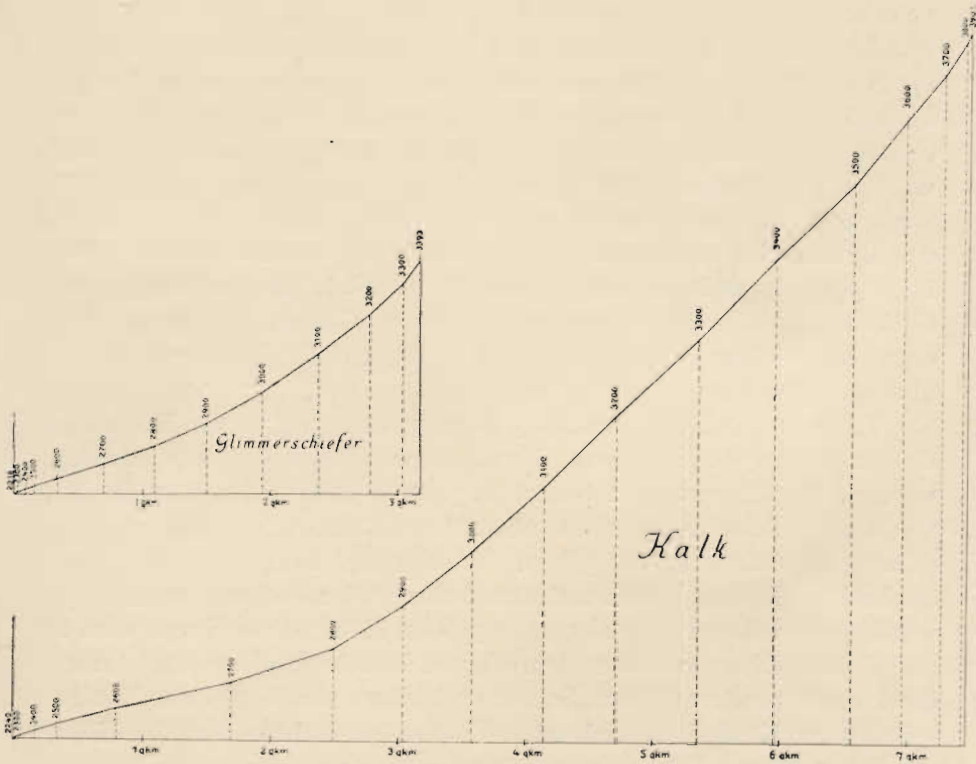


Fig. 5. Hypsoklinographische Kurven der beiden Teile des Suldenferners.

Das Suldental ist ein typisches Trogtal; namentlich das oberste Stück von den Moränen von St. Gertraud bis zum Talschluß der Legerwand zeigt noch frische Formen, während weiter abwärts die Sohle des Trogtales durch die Schlucht des Suldenbaches zerschnitten ist. Die Trogwände sind unterhalb Sulden größtenteils mit Wald bedeckt, während die darüber liegenden flacheren Partien meist dürftiges Weideland tragen, das ohne weiteren Gefällsknick an die dem Suldenferner benachbarten kleineren Gletscher, insbesondere den Ebenwandferner heranreicht.

Die dem Suldenferner entragenden Wände sind im Kalkgebiet größtenteils auf 100—150 m nahezu senkrecht, vielleicht infolge von Unterschneidung durch das erodierende Eis. In dieser Höhe über der heutigen Gletscheroberfläche folgt eine flachere Stufe, die namentlich in zahlreichen Felspartien zum Ausdruck kommt, welche die am Nordfuß der Königsspitze und des Zebrù zum Suldenferner abfließenden Eisströme durchbrechen. Hierher gehören die ganz oder größtenteils vom Eis umflossenen Felsinseln in den unteren Eisbrüchen des Königswandferners, des Payerferners und jener kleineren Eisströme, die aus der Nordwand des Zebrù und vom Hochjoch kommen; außerdem der in südöstlicher Richtung ziehende rückenförmige Ausläufer des Hinteren Grates bei Punkt S. Auf der Ostseite der Königsspitze ist die Steilwand in zwei Stufen aufgelöst, die auch an anderen Stellen gelegentlich, wenn auch weniger deutlich erkennbar sind. Im hintersten Winkel des Ortlerzuflusses ist die Stufe vollständig von Eis verhüllt; hier bildet der Bergschrund mit großer Deutlichkeit die Fortsetzung des Gefällsknickes in den Wänden des Hinteren Grates. Die untere Verebnung der beiden großen Kare liegt in der gleichen Höhe von 300 m über der Oberfläche des Suldenferners.

Es möge noch eine auffällige Übereinstimmung in der Höhenlage einiger kleiner hochgelegener Verebnungen dieses Gebietes erwähnt werden. Der Hintere Grat besitzt in 3480 m Höhe einen fast ebenen, von einer Schneekuppe etwas überhöhten Rücken, der bald in eine scharfe Gratschneide mit jähem Aufschwung übergeht. Eine ganz ähnliche Stelle findet sich auf dem Seitengrat zwischen dem Königswandferner und dem Payerferner in 3469 m Höhe; diese Kuppe wird in der alpinen Literatur unter dem Namen Mitscherkopf erwähnt. Auch die kleine Erweiterung der „Schulter“ in dem vom Gipfel der Königsspitze zum Königsjoch ziehenden Kamm hat nahezu dieselbe Höhe, nämlich 3468 m. Möglicherweise handelt es sich hier um Reste einer in früherer Zeit zusammenhängenden Rumpfebene, die nur von den höchsten Gipfeln überragt war.

Auf den flachgeneigten, gerundeten Schieferhängen, welche unterhalb der Wände des Hinteren Grates die linke Seite des Gletschers begleiten, findet man Spuren eines früheren Gletscherstandes. Von den Schutthalden des Hinteren Grates an bis in die Nähe des Punktes D ist hier allenthalben Kalkmoräne verstreut, deren Mächtigkeit aber so gering ist, daß sie nur durch die Verschiedenheit des Materials bemerkbar wird. Das Gebiet wird durch einen schwachen Moränenwall begrenzt, der in der Hauptsache der heutigen, sehr

mächtigen Ufermoräne des Gletschers parallel läuft, und, abwärts an Mächtigkeit etwas zunehmend, in der Nähe der Bäckmannhütte unter Sturzhalden von großblockigem Glimmerschieferschutt verschwindet. (Vgl. Taf. II, wo sie durch eine aus kleinen Ringen bestehende Linie gekennzeichnet ist.) Schon dieser Umstand spricht für das Alter der Ablagerung; ebenso der hohe Grad von Verwitterung. Die zahlreichen großen Blöcke, die sich in dem Moränenwall finden, zeigen wohl ausgebildete Schratzen. Da die Moräne, die in 2730 m Höhe beginnt, auf eine Depression der Schneegrenze um etwa 200 m im Vergleich zur heutigen schließen läßt, wird sie dem Daunstadium zuzuordnen sein.

Ein sehr bemerkenswertes Vorkommen fand Lagally in der Nähe der Schaubachhütte, unfern des Signals Ebenwand. Einige gegen den oberen Bödelbach herabziehende Gräben schließen eine wenige Meter dicke Schicht von Kalkbreccie auf, welche in einer Ausdehnung von etlichen Hektar dem Glimmerschiefer aufliegt und deren Oberfläche die glazialen Formen der Umgebung zeigt. Die Breccie besteht aus kleinen, locker verbackenen Stücken, offenbar Gehängeschutt, den ein gewaltiger, vom Kalkgebiet ausgehender Schuttstrom über die jetzige Gletschermulde hinweg hierher getragen hat. Vielleicht hat man es in dieser Breccie mit einer interglazialen Ablagerung zu tun; und dann würde dieses kleine Vorkommen Zeugnis für die gewaltige Erosionswirkung des Eises und das Schwinden der Gletscher während der Interglazialzeiten ablegen.

11. Abgelagerte Moränen. Moränen aus historischer Zeit bieten besonders an zwei Stellen Interesse, einmal in dem von der Gletscherzunge geräumten Gebiet und an der Ansatzstelle der linken Dolomitmoräne an die südwestlichen Ausläufer der Felsen des Hinteren Grates, wo dammförmige Ufermoränen die Einfassung des Sammelgebietes bilden.

Das von der Gletscherzunge verlassene Gebiet hat Finsterwalder seinerzeit beschrieben¹⁾. Noch heute ist die Vegetation in dem 1819 vom Eis bedeckten Gebiet äußerst dürftig, und infolgedessen der damalige Gletscherstand auf den ersten Blick erkennbar; insbesondere sind die Alpenrosen, die die beiderseitigen Talwände mit dichtem Buschwerk bekleiden, auch heute noch nicht in das damals vom Gletscher verwüstete Gebiet eingedrungen. Oberhalb der Gampenwiese ist auf der rechten Talseite ein schütteres Lärchenwäldchen herangewachsen; sonst sahen wir nur an besonders begünstigten Stellen einige Bäumchen, meist Weiden und Erlen. Die Schutt-

¹⁾ Lit.-Verz. (4) S. 78.

ablagerung unterhalb der Legerwand ist sehr gering. Ufermoränen fehlen wegen der geringen Schuttbedeckung des Gletschers zur Zeit des Hochstandes und wegen der kurzen Dauer der Vereisung; aus dem gleichen Grunde ist die Stirnmoräne nur ein oft unterbrochener Trümmerwall von 3—5 m Höhe. Wohl erkennbar ist, wie schon früher erwähnt, die Stirnmoräne vom Jahr 1856. Die Hauptmasse des Moränenschuttes liegt oberhalb der Legerwand und überzieht das Tal mit einer dichten Decke; hier liegen auch zwei mächtige bis zu 80 m hohe Moränenwälle zu beiden Seiten des Tales; sie begleiten die Zunge und umsäumen das oberhalb des Profils H—D beginnende ovale Gletscherbecken. Unterhalb des Punktes D sind der linken Ufermoräne einige sich rasch senkende Rückzugsmoränen angeklebt. Während die beiden Bödelbäche die rechte Ufermoräne ziemlich senkrecht durchbrechen, begleitet sie der Halleitbach auf eine Strecke von fast einem halben Kilometer, bis sich eine geeignete Durchbruchsstelle findet. Hinter der Moräne hat sich ein von Bachalluvionen aufgeschütteter flacher Boden gebildet. Die dem moränenbedeckten Boden oberhalb der Legerwand entragenden Felspartien zeigen sich durchweg vom Eis bearbeitet, ohne gerade schöne Schliffflächen zu zeigen. Die Legerwand zeigt in ihrer linken Hälfte, sonst nur am oberen und rechten Rand gerundete Formen.

Heute wird der linke Teil der Gletscherstirn von einem etliche Meter tiefen Graben begleitet. Die Sohle des Gletschers liegt also tiefer als die Oberfläche des vor der Gletscherstirn abgelagerten Moränenfeldes; auch die linke Ufermoräne unterhalb des Punktes D ist in ihrem unteren Teil untergraben. Weil aber der linke Gletscherrand von einem nennenswerten Wasserlauf begleitet wird, kann man diesem wenigstens einen Teil der Erosionswirkung zuschreiben. An der rechten Seite hingegen ist zwischen den Punkten H und C die freistehende Ufermoräne seit dem Beginn des letzten Gletschervorstoßes vom Eise angegriffen worden. Den Nachrutschungen des an seinem Fuße untergrabenen Schuttdammes ist im Laufe der Jahre ein Teil des Weges zur Schaubachhütte und unser Signal C der Vermessung von 1886 zum Opfer gefallen. In ähnlicher Weise hat der Gletscher, wie sich 1911 zeigte, die linke Ufermoräne bei L' bearbeitet.

Das zweite vom Gletscher verlassene Gebiet liegt in fast 2700 m Höhe in der Fortsetzung der linken Ufermoräne oberhalb des Punktes L'. Hier scheint die Fortsetzung der Ufermoräne während eines Hochstandes durch seitlichen Eisdruck zerstört worden zu sein. Das Eis breitete sich auf einem flachen Gebiet aus, das zwischen der ursprüng-

lichen und sich jetzt wieder aufbauenden Moräne oberhalb L', den Schutthängen des Hinteren Grates und den Rundhöckern südlich des Signales Hinterer Grat liegt. Dort wurde beim Rückzug Moränenschutt in konzentrischen Wällen um die Einbruchsstelle (2681 m) abgelagert. (Vgl. Taf. II.) Dieses Moränengebiet ist von den Schutthängen des Hinteren Grates durch einen 10–20 m tiefen Graben getrennt, in dem ein paar kleine Firnflecken liegen, die zur Zeit des Einbruches wohl größer gewesen sind und so den Zutritt der Moränen zu den Schutthalden hinderten. Die Anzahl der Rückzugsmoränen ist etwa 10; sie nähern sich abwärts der heutigen Ufermoräne; eine begleitet sie deutlich auf der Außenseite bis zum Punkte L'. Ein ähnliches kleineres Gebiet paralleler Moränenzüge, die aber jünger sind als die heutige Ufermoräne, findet sich auf der dem Gletscher zugewandten Seite der Moräne oberhalb L'. Hier wird das Eis bei Hochstand durch die mächtige Erhebung der Moräne bei L' gestaut, da oberhalb L' die Ufermoräne nach außen ein wenig abbiegt und dem Gletscher die konkave Seite des Bogens zuwendet. Man kann sich wohl vorstellen, daß diese Ablagerungen im Zusammenhang mit Stauungsvorgängen des Ortlerzuflusses stehen, welche den großen Gletschervorstößen vorausgingen.

Unweit des Punktes Hinterer Grat findet sich frische Kalkmoräne auf der Höhe des auf die Wände zuziehenden Rückens, die von einem kleinen jenseits gelegenen Gletscher zur Zeit eines Hochstandes (wohl 1820) hinaufgeschoben wurde. Zwischen diesem Vorkommen und der oben (S. 170–171) geschilderten älteren Moräne besteht keinerlei Zusammenhang.

12. Bewegte Moränen, Formen der Eisoberfläche, Firngrenze. Der Suldenferner ist wegen seiner Zusammensetzung aus einer Reihe von Eisströmen, die noch dazu morphologisch recht verschieden sind, ein äußerst dankbares Objekt für das Studium der Schutführung des Eises. Namentlich die Erscheinung der Mittelmoränen tritt in großartiger Weise auf. Schon in 2750 m Höhe beginnen die zwischen den einzelnen Zuflüssen befindlichen, senkrecht stehenden Innenmoränen auszumelden; der auf die Oberfläche des Gletschers gelangte Schutt bedeckt die Eisoberfläche in langgezogenen, abwärts an Mächtigkeit zunehmenden Mittelmoränenwällen, an deren Kamm das Ausschmelzen des gerundeten, häufig schön polierten und geschrammten Schuttes längs schmaler Gufferlinien bis in den unteren Teil der Zunge zu verfolgen ist. Ein Spaltensystem, das oberhalb der Schaubachhütte den Suldenzufluß durchfurcht, gewährt einen guten Einblick in eine solche

Mittelmoräne; die Schichtflächen des Eises stehen senkrecht und sind durch eine Reihe von Schuttflächen, mit denen sie wechsellagern, voneinander getrennt. Bereits an der Zungenwurzel sind die Wälle der Mittelmoränen so breit, daß die von blankem Eis gebildeten Zwischenräume zwischen ihnen verschwinden; so entsteht die Gliederung der Zunge in parallele Wülste, deren Kämme den Trennungsflächen der einzelnen Zuflüsse entsprechen.

Ein Blick auf die in verschiedenen Jahren aufgenommenen Karten der Zunge (Tafel III) überzeugt, daß die Moränen nicht die stationären Gebilde sind, als die man sie gerne betrachtet. Schwankungen im Stande des Ortlerzuflusses sind auch von Einfluß auf die Stromlinien der Hauptzunge und damit auf die Moränen des Suldenzuflusses, die wiederholt wellenartig verbogen wurden. Dabei hat sich auch die auf den Karten verzeichnete Grenze zwischen Dolomitschutt und Glimmerschieferschutt verschoben. Als in den Jahren 1890 und 1895 der Ortlerzufluß den Hauptstrom nach Osten drängte, bildete sich an der Grenze beider Schuttarten westlich des Punktes H eine 5—8 m hohe ganz steile Wand blanken Eises aus, deren Oberkante durch das Ausgehende einer Innenmoräne gekennzeichnet war. Die Erscheinung erweckte den Eindruck, als ob der rechte Teil des Suldenzuflusses, der sich in dieser Gegend auskeilt, an dem andrängenden Hauptstrom in die Höhe gepreßt würde, wobei die Innenmoräne als Scherungsfläche diene. Mit dem Aufhören des Druckes ist die Erscheinung alsbald verschwunden, wie die Karten von 1901 und 1906 ausweisen.

Die schuttbedeckte Oberfläche der Zunge des Suldenferners bietet namentlich im gegenwärtigen Zustande des Zerfalles mancherlei besondere Erscheinungen. Zwischen den Längswällen, in welche sie gegliedert ist, haben Gletscherbäche tiefe Tobel mit blanken Eiswänden ausgehöhlt. Sie folgen nicht immer den Rinnen zwischen den Wällen, sondern werden gelegentlich durch frühere wieder geschlossene Querspalten abgelenkt, durchbrechen die Rücken und vereinigen sich mit anderen Rinnsalen, wodurch die Oberflächenformen des Eises eine seltsame, durch die ursprüngliche Zusammensetzung der Gletscherzunge in keiner Weise bedingte Verwicklung erleiden. Es bilden sich auch manchmal kleine, mit Schmelzwasser gefüllte Seen, die sich durch Anzapfung von der Seite oder auch nach unten entleeren. In der verbleibenden kraterartigen Vertiefung sind dann die blanken Eiswände von parallelen in der Fallrichtung verlaufenden Rillen mit scharfen vorspringenden Zwischenkanten bedeckt, also gewissermaßen kanneliert. Die Erscheinung, welche nur so weit reicht als die frühere

Wassererfüllung, erklärt sich durch Zirkulationsströmungen an den Wänden des Sees, wobei das bei 0° leichtere Schmelzwasser in die Höhe steigt, sich oberflächlich erwärmt, um dann, schwerer geworden, in der Mitte des Trichters wieder in die Tiefe zu sinken. In größerer Ausdehnung zeigte sich diese kannelierte Eisfläche 1890 im abgelaufenen Staubecken hinter dem Zufallferner im Martelltal, wo sie von B. Johannes photographisch festgehalten wurde. Siehe Fig. 6 und Fig. 7. Neuerdings wurde die gleiche Erscheinung allerdings in zehnfachem Maßstabe mit Rillen bis zu 1 m Breite von J. P. Koch und A. Wegener¹⁾ am Imer-Nunatak in Ostgrönland ebenfalls in einem abgelaufenen Eissee entdeckt und in prächtigen Abbildungen dargestellt, jedoch als Faltung der Eiswand durch seitliches Zusammenpressen gedeutet. Die Expedition des Herzogs der Abruzzen²⁾ fand ähnliche Rillen am Baltorogletscher, und das hydrographische Bureau der Schweiz hat diese Schmelzformen an der Eiswand des Aletschgletschers, die den Märjelsee abdämmt, photographiert.

Am oberen Teil des Abschmelzgebietes wird das Eis durch zwei von langen Wällen abgelagerten Schuttes bedeckten Inseln durchbrochen, die nur durch genaueres Studium von den bewegten Moränen zu unterscheiden sind. Die eine davon, an der sich der Payerferner staut, wurde bereits im Jahre 1886 dadurch erkannt, daß die Obermoränen der sie umfließenden Eisströme scheinbar ohne Grund verbogen waren. Der Inselcharakter der anderen, im Suldenzufluß gelegenen, ist dagegen mit Sicherheit erst 1906 festgestellt worden, da sich ein auf ihr liegender eingemessener Stein in 20 Jahren nicht von der Stelle bewegt hatte. In der Nähe dieser letzteren Insel finden sich, wie Lagally vermutet, noch einige kleinere Flecken abgelagerten Schuttes; sie zeigen nämlich, während sonst auf den bewegten Moränen des Eises nur eine einzige Pflanze, *Saxifraga aizoides*, ihr Dasein fristet, die Flora der benachbarten Insel. Etwa ein Dutzend Arten, darunter mehrere Saxifragen, *Potentilla alpina*, *Ranunculus glacialis*, ein *Cerastium*, ein *Rumex*, finden sich dort.

Von den sämtlichen Zuflüssen, die den Suldenferner zusammensetzen, ist der Königswandferner am wenigsten mit dem Gesamtgletscher verschmolzen. Er bildet beinahe eine Zunge auf der Oberfläche des Suldenferners, deren Schichtflächen in schönen Ogiven austreten und in weiten Bogenlinien über die Gletscherzunge hinziehen. Erst weiter abwärts wird die Vereinigung vollständiger, und

¹⁾ Lit.-Verz. (12) S. 36 und Fig. 37—43.

²⁾ Lit.-Verz. (20) S. 227, 230, 262.

sein Ende ist von dem des Gesamtfeners nicht zu trennen, während sein Nachbar, der in mancher Hinsicht ähnliche Payerfener, trotz enger Vereinigung mit dem Eis des Ortlerzuflusses zum großen Teil schon an der oben erwähnten Schuttinsel endigt.

Dem Firngebiet des Suldenzuflusses entragen eine Anzahl von Felspartien, die in bekannter Weise zur Bildung von Mittelmoränen Anlaß geben. Es gelingt leicht, die zahlreichen Mittelmoränen dieser Gletscherhälfte mit ziemlicher Sicherheit den das Firnfeld zerschneidenden Felssporen zuzuweisen. Eine von ihnen verdankt ihren



Fig. 6. Kannelierte Eiswand im abgelaufenen See hinter dem Zufallfener im Martelltal.

Ursprung einem schon auf der Payerschen Karte verzeichneten „Fenster“ im Firnmantel des Suldenzuflusses, wo an einer stark geneigten Stelle das Eis des Gletschers bis auf den Felsgrund durchgerissen ist und stückweise in die Tiefe stürzt. Hierbei mengen sich Steinschläge mit den Eislawinen, und die Grundmoräne wird in den regenerierten Eismassen regellos verteilt. — Wesentlich verwickelter sind die Moränen im Kalkgebiet des Ortlerzuflusses, da infolge der großen Steilheit der Felsumrahmung die Stetigkeit der Eisbewegung an vielen Stellen unterbrochen ist. Teile des Königswandfeners, die der Nordwand des Zebrü eingelagerten Firnmassen, namentlich aber ein beträchtlicher

Teil des Payerferners stürzt aus den Karmulden über 100—400 m hohe Wände auf den Hauptstrom des Ortlerzuflusses herab. Den gleichen Weg nehmen vielfach Schneelawinen, deren Material sich mit dem der Eisstürze mischt und zur Verworrenheit des Gletschergefüges und der Schuttführung beiträgt. Am Abbruch des Payerferners sahen wir die im Gletscher eingebettete Grundmoräne samt den bodennahen Firnschichten in Falten gelegt, die in allen Stadien der Entwicklung vorhanden waren; auch überkippte und ausgewalzte Falten fehlten nicht.



Fig. 7. Kannelierte Eiswand oberhalb des Abzugstollens.

An mehreren Stellen der linken Seite des Ortlerzuflusses, 200 bis 600 m südwestlich von Punkt L, schmilzt Schutt längs der Schichtflächen des Eises (auf der Karte mit blauer Farbe bezeichnet) in ziemlich regelmäßigen Abständen von 15—20 m aus. Als Quelle dieser Art von Moränen sind Steinschläge anzusehen, die jeden Sommer weiter oben auf die gleiche Stelle des Firnfeldes niedergehen, während des Winters eingeschneit oder von Lawinen bedeckt werden und sich, in gleichen Abständen voneinander zwischen den Firnschichten eingebettet, längs der nämlichen Stromlinie weiterbewegen. Unter Voraussetzung stationärer Eisbewegung wird nach Ablauf eines Jahres an die Stelle eines jeden dieser Schutthaufen der nächstfolgende treten;

ihr Abstand ist also der im Laufe eines Jahres zurückgelegte Weg an jener Stelle des Gletschers, an der sie sich gerade befinden. Beim Vergleich von Photographien aus den Jahren 1906 und 1911 und durch Konstruktion entsprechender Punkte in der Karte zeigte sich, daß der Abstand zweier aufeinander folgender Schutflecken in der Tat gleich der Jahresgeschwindigkeit ist. Es ergibt sich hieraus beim Vorhandensein derartiger Moränen die Möglichkeit, durch Abmessen der Abstände der einzelnen Schutflecken die Geschwindigkeit der Eisbewegung mit ziemlicher Genauigkeit zu erhalten¹⁾. — Die Anzahl der vorhandenen Schutflecken ist an allen Stellen ziemlich gering, höchstens 10; ebenso plötzlich, wie sie beginnen, ist ihr Ende. Sie verdanken vermutlich ihren Ursprung einer kurzen Reihe günstiger Sommer, in denen etliche sonst verfirnte Rinnen eisfrei wurden.

In der Mitte des Ortlerzuflusses, 5—800 m südsüdwestlich von Punkt L, liegen mehrere deckenförmig ausgebreitete Moränen, die an ihrem oberen Ende fast in voller Breite mit einer ziemlich scharfen Linie beginnen und nach abwärts auf eine längere Strecke an Dicke der Schuttbedeckung kaum zunehmen. Eine Naht, welche eine senkrecht stehende Innenmoräne erkennen ließe, fehlt. Das obere Ende dieser Moränen ist, wie die photogrammetrische Konstruktion ergab, von 1906—1911 mit einer jährlichen Geschwindigkeit von 15—20 m herabgewandert, ohne daß weiter oben neuer Schutt ausgeschmolzen ist. Eine solche Moräne hat vor dem Ausschmelzen die Gestalt eines Bandes, das in der Richtung der Bewegung im Innern des Eises liegt, annähernd wagerecht und gegen die Oberfläche des Eises wenig geneigt ist. Das Band bricht nach obenhin plötzlich ab. Vermutlich entstehen diese Moränen etwa auf folgende Weise: Wenn sich an einer steilen Stelle der Firnumrahmung infolge Verminderung der Firndicke ein „Fenster“ öffnet, so wird der dort abwitternde Schutt, der bisher als Grundmoräne oder bis auf den Grund reichende Innenmoräne fortgeführt wurde, mit den Eislawinen vermengt auf die Oberfläche des unten vorbeifließenden Eisstromes kommen und in Form eines Bandes eingebettet werden. Wenn sich das Fenster wieder schließt, bricht das Band ab und der Schutttransport findet wieder in der Grundmoräne auf dem Gletscherboden statt.

Die bewegten Moränen geben neben der Grenze der Ausaperung gegen Schluß des Sommers fast die einzige Möglichkeit, das Abschmelz-

¹⁾ Das Abmessen gelingt auf den Photographien meist leichter als an Ort und Stelle, wo die Erscheinung weniger klar erkennbar ist.

gebiet vom Firngebiet zu trennen. Bei einem so komplizierten Eisgebilde wie dem Suldenferner, ist eine einigermaßen regelmäßige Firngrenze nicht zu erwarten. Die hohen und steilen Wände des Ortlerzuflusses wirken als Schneefänger und veranlassen reichlichen Lawinenfall. Die dadurch bewirkte Herabdrückung der Schneegrenze wird noch durch die Beschattung des Firnfeldes verstärkt. In der Karte ist eine zeitweise Schneegrenze vom August 1906 als zusammenhängende Linie gezeichnet, wobei schneefreie Partien in höherer Lage sowie tieferliegende Firnflecken weggelassen sind. Diese Linie überschreitet den Suldenzufluß in 2800—2900 m Höhe, sinkt dann unter den Wänden der Königsspitze, dem unteren Rand der Lawinenkegel folgend, auf im Mittel 2650 m, um im Gebiet des Ortlerzuflusses unter den Wänden des Hinteren Grates nochmals über 2900 m anzusteigen. Die orographische Schneegrenze ist somit auch bei nördlicher Exposition kaum tiefer als auf 2900 m anzusetzen. Daß sie auf nach Süden fallenden Hängen noch wesentlich höher liegt, zeigen die Verhältnisse in einer östlich des Oberen Knotts in die Wände des Hinteren Grates eingebetteten karförmigen Mulde, die nach Südosten offen ist. Obwohl von Wänden umgeben, die bis 3300 m ansteigen, enthält sie nur etliche Schneeflecken, deren links gelegener in 3010 m Höhe einen deutlichen Fußwall besitzt. Der größte Teil des Schnees wird durch Lawinen entführt, bringt aber auch in tieferer Lage nur kleinere Anhäufungen von Firnschnee hervor. Da der Boden der Mulde bis fast 3200 m hinaufreicht, kann hier die Schneegrenze nicht viel tiefer liegen. Von der starken Veränderlichkeit der Firndecke geben die Bilder auf Tafel IV und V Aufschluß. Simony fand 1855 das Firnfeld ebenso stark ausgeapert, wie wir im Jahre 1907, während 1886, ähnlich wie zu Payers Zeiten, die Verfirnung viel bedeutender war.

13. Schlußbemerkung. Überblicken wir das Ergebnis der im vorstehenden niedergelegten, über ein Vierteljahrhundert ausgedehnten Arbeiten, so finden wir, daß der Suldenferner stets ein höchst anregender Gegenstand der Untersuchung gewesen ist und andauernd neue Fragestellungen veranlaßt hat. Wenn er sich auch infolge seines verwickelten Aufbaues nicht zum Studium allgemein gültiger Gesetze eignet, so bietet er um so mehr Besonderheiten, deren Erklärung immer wieder von neuem reizt. Dazu gehören vor allem die plötzlichen Ausbrüche, von denen wir leider nicht selbst Zeuge sein konnten, und deren eingehendes Studium voraussichtlich glücklicheren

Nachfolgern vorbehalten bleibt. Die hier veröffentlichte Aufnahme des gegenwärtigen Gletscherstandes wird hierfür auf alle Fälle eine gute Grundlage bilden. Die spekulativen Untersuchungen, welche Finsterwalder bei verschiedenen Gelegenheiten, insbesondere auch im Anschluß an Arbeiten über den Suldenferner zur Theorie der Gletscherschwankungen angestellt hat, werden ihrerseits dazu beitragen, einen Maßstab für den wirklichen Ablauf einer solchen Erscheinung zu liefern. Man darf dabei freilich niemals vergessen, daß diese Betrachtungen stets verhältnismäßig langsame Veränderungen eines Gletschers voraussetzen, während wir es in diesem Falle sicher mit ungestüm verlaufenden Vorgängen zu tun haben, denen aber doch allmähliche Zustandsänderungen, die den Voraussetzungen der Theorie besser genügen, vorausgehen. Wenn es auch seinerzeit gewiß großen Reiz bieten wird, die Abweichungen des wirklichen Vorganges von dem theoretischen zu verfolgen, so darf man nicht übersehen, daß nur eine dauernde Überwachung des Ferners Gewähr dafür bietet, daß die Erforschung des Vorstoßes im geeigneten Zeitpunkt einsetzt und die voraussichtlich wenig auffälligen, aber für die Erklärung sehr wichtigen Anhäufungserscheinungen in den hinteren Teilen des Sammelbeckens richtig erkannt werden. Bei der Seltenheit des Eintretens eines umfangreicheren Gletschervorstoßes besteht die Gefahr, daß die Aufmerksamkeit in den langen Zwischenpausen erlahmt und man später von den unerwartet eintretenden Ereignissen überrascht wird. Der kleine Vorstoß, dessen Verlauf wir beobachten konnten, beweist, daß es nicht genügt, mittels Markenmessungen die Bewegungen des Gletscherendes zu verfolgen oder sich gar auf die Wahrnehmungen der Einheimischen und Touristen zu verlassen. Niemand hat den abgelaufenen Vorstoß bemerkt und ohne sorgfältige ausdauernde Beobachtung wäre kaum die Tatsache des Vorrückens des Gletscherendes und sicher nicht die Rolle des Ortlerzuflusses bei demselben erkannt worden. Aber wenn auch, wie man allen Grund hat anzunehmen, der Suldenferner in der nächsten Zeit weiter zurückgeht, wird die Beobachtung des Rückzugs und des Zerfalles der Eismassen Bedeutung haben, namentlich wenn sie so weit gehen, daß uns neue Formen des Untergrundes im Sammelbecken enthüllt werden, wie das nach den alten Photographien vor 1883 der Fall war. Die kartographische Aufnahme derselben darf dann keinesfalls unterlassen werden. So hoffen wir, daß unsere hier veröffentlichten Ergebnisse und Karten nicht bloß den Abschluß alter, sondern vielmehr den Anfang neuer Forschertätigkeit auf dem Suldenferner bedeuten.

14. Rechtwinklige Koordinaten der Festpunkte.

Anfangspunkt: 28° 15' 0" oo östl. v. Ferro, 46° 30' 0" oo n. Breite. X-Achse nach Osten, Y-Achse nach Norden. Die Höhenzahlen beziehen sich, wo nichts bemerkt ist, auf den nat. Boden bzw. die oberirdische Versteigerung.

Abkürzungen	x	m. F. ±	y	m. F. ±	Höhe	m. F. ±	Vorwärts ein- geschnitten von:	Rückwärts ein- geschnitten nach:	Bemerkung
B'	1140,22	0,03	643,71	0,03	2174,60	0,06	C' F E E'	C' F E E'	Sig. Legerwand der M. T.
C'	1166,02	—	238,40	—	2329,77	0,04	B' F E E'	B' F E E'	—
F	741,07	—	236,79	—	2247,87	0,07	B' C' E E'	B' C' E E'	—
E'	659,73	—	76,29	—	2343,61	0,07	B' C' F	B' C' F	—
A	1086,67	0,03	925,11	0,08	2080,75	0,16	B' F G'	B' F G'	—
G'	734,43	0,09	1639,81	0,20	1946,31	0,18	A B' C' F	A F	—
D	482,07	—	453,07	—	2490,08	0,10	B' C'	E' C'	—
H	1027,03	0,04	850,43	0,02	2496,42	0,06	—	B' C' D F G'	—
H. Gr.	364,56	0,19	820,10	0,08	2801,10	0,16	B' A C' H	HGr. D	Sig. Hinterer Grat der M. T.
M	1420,98	0,16	681,00	0,04	2625,02	0,08	C' E' H D	HGr. N L'	—
HGr. St.	—	—	—	—	—	—	HGr. N L'	L' D HGr. St. HGr. E' M	Steinmann auf d. Hint. Grat.
N	414,88	0,19	741,36	0,08	2812,82	0,18	M F E' D L' HGr. St.	N HGr. St.	—
L'	1583,29	0,06	1640,12	0,14	2884,30	0,19	H. M. HGr. St.	N HGr. St.	—
Kz	225,97	0,47	68,59	0,48	2699,01	0,13	B' C' M N	—	Königsmandl am Königsjoch
Q	432,67	0,47	2879,41	0,48	3314,57	0,27	D E' F' L'	Kz HGr. St.	—
Schl.	2031,68	0,29	1941,79	0,41	3193,92	0,45	M C' G' F' D	—	Signal Schöntausp. der M. T.
Sh	3420,50	0,20	347,69	0,19	3507,60	0,09	N HGr. St. L' Q	L' Q	Fahnst. b. d. Schaubachhütte
I	1091,87	0,20	982,98	0,19	2579,70	0,09	M C' G' F' D	L' H Gr. D Sh M N	—
R	596,05	0,10	1526,52	0,08	2620,14	0,10	N D	Q N Sh HGr. L'	—
S	723,36	0,20	2338,40	0,15	2905,89	0,36	L D	Q N R Schl. L' M	—
T	1387,21	0,35	46,49	0,20	2983,48	0,38	—	N L' Schl. HGr. St.	—
Bh	1006,41	—	132,63	—	2800,30	0,11	—	N Sh M Schl. L' D	Bei der Bäckmannhütte
L ₁	188,50	0,61	49,99	0,10	2621,37	0,16	—	—	—
L ₁	125,85	—	369,64	—	2620,30	0,30	D Bh	—	—
P ₁	1263,17	0,06	317,24	0,21	2246,61	0,07	—	B' F E' D Kz C'	—
P ₂	1301,94	0,01	148,96	0,06	2262,95	0,09	—	F' P ₁ E' D Kz B'	—
Glm	1101,64	—	53,99	—	2221,43	0,06	P ₁ P ₂	—	—
Schl	585,54	0,8	564,16	1,0	2248,7	0,1	P ₁ P ₂ C' F B' Sh	—	—
Hh	1701,7	0,7	2770,8	1,2	3147,05	0,28	R S T L' (U P)	—	—
Schl. St.	3501,94	—	377,11	—	3323,9	—	—	—	—
Sp	1344,85	—	3401,35	—	3372,05	0,65	—	—	—
Hjh	2073,0	1,6	377,5	0,8	3535,3	0,34	M S J Bh Q N phot.	Hh Q Schl. Sp.	—
Zehrbü	2531,6	0,9	796,5	2,0	3738,6	0,3	—	Q Hh Schl. Hjh HGr.	—
Kj	424,4	1,0	2895,8	1,9	3994,8	0,4	—	Q N M Sh. Schl.	—
Schl.	687,5	0,8	3199,3	1,3	3387,1	0,6	—	Q Hh Schl. HGr. Sp.	—
Esp	1728,0	0,6	2470,0	2,9	3206,0	0,2	—	Ih Kz Hjh HGr. Sp.	—
Vd. Schl.	1884,0	—	136,6	—	2874,3	0,3	—	Schl. N Kz L'	—
Ortl.	2925,28	—	1064,87	—	3899,0	—	—	—	—

Anmerkung: m. F. = mittlerer Fehler; M. T. = Militärtaugunterung. Die neubestimmten Punkte sind nach der Reihenfolge der Berechnung geordnet.

15. Literaturverzeichnis.

1. C. v. Sonklar: Der neuerliche Ausbruch des Suldengletschers in Tirol. Sitzungsberichte der kais. Akademie in Wien, naturwiss. Klasse 23. 1857.
2. J. Payer: Die Ortleralpen, Sulden-Gebiet und Monte Cevedale. 18. Ergänzungsheft zu Petermanns „Geogr. Mittheilungen“. Gotha 1867.
3. — Die westlichen Ortleralpen. 23. Ergänzungsheft. Ebenda 1868.
4. Dr. S. Finsterwalder und Dr. H. Schunck: Der Suldenferner. Zeitschrift des Deutschen u. Öst. Alpenvereins 18 1887.
5. Dr. E. Richter: Die Gletscher der Ostalpen. Stuttgart 1888.
6. S. Finsterwalder: Das Wachsen der Gletscher in der Ortlergruppe. Mitteilungen des Deutschen u. Öst. Alpenvereins. Neue Folge 6 1890.
7. Dr. Magnus Fritzscht: Höhengrenzen in den Ortleralpen. Wiss. Mitth. des Vereins für Erdkunde in Leipzig 2 1894.
8. S. Finsterwalder: Über Gletscherschwankungen im Adamello- und Ortlergebiete. Mitt. d. D. u. Ö. Alpenvereins 12 1896.
9. — Der Vernagtferner. Wiss. Ergänzungsheft zur Zeitschrift des D. u. Ö. Alpenvereins 1 Heft 1. Graz 1897.
10. Dr. Magnus Fritzscht: Gletscherbeobachtungen in der Ortlergruppe. Mitt. des D. u. Ö. Alpenvereins 14 1898.
11. — Zusammenstellung der von Bergführern eingesandten Berichte über Gletscherbeobachtungen in der Glockner-, Venediger- und Ortlergruppe. Ebenda 15 1899.
12. E. Rudel: Gletscherbeobachtungen im Adamello- und Ortlergebiete. Ebenda 18 1902.
13. J. Hann: Klima von S. Gertrud im Suldental. Meteorologische Zeitschrift, 23. Jahrgang, 1906.
14. S. Finsterwalder: Die Konferenz ostalpiner Gletscherforscher in Sulden vom 9.—13. August 1906. Zeitschr. f. Gletscherkunde 1 1906.
15. — Die Neuvermessung des Suldenferners im August 1906. Ebenda.
16. H. Reishauer: Revision der Gletschermarken im Ortlergebiete in den Jahren 1904 und 1905. Ebenda 2 1908.
17. M. Lagally: Abschluß der Vermessung des Suldenferners. Ebenda. 1908.
18. Albrecht Penck u. Eduard Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter 3. Leipzig 1909.
19. J. P. Koch u. A. Wegener: Die glaziologischen Beobachtungen der Danmark-Expedition. Danmarks Ekspeditionen til Grönlands Nordøstkyst 1906—1908 6 Nr. 1. Meddelelser om Grönland 46. Kopenhagen 1911.
20. Luigi Amadeo di Savoia: La spedizione nel Karakoram; Relazione del Dott. Filippo de Filippi, illustrata da Vitt. Sella. Bologna 1912.

Zeitschrift für Gletscherkunde, Band VII Heft 3

Inhalt.

Abhandlungen.	Seite
S. Finsterwalder und M. Lagally: Die Neuvermessung des Suldenferners 1906 und dessen Veränderungen in den letzten Jahrzehnten. (Hierzu Taf. II—V)	145
R. v. Klebelsberg: Die Wasserführung des Suldenbaches	183
Ch. Rabot et E. Muret: Supplément au XVII ^{me} Rapport sur les Variations périodiques des Glaciers	191
Kleinere Mitteilungen.	
Glacial Excursion of Canadian Geological Congress	203
L. Martin: Glacial Geology of the Southern Peninsula of Michigan	205
Literaturbericht und Bibliographie.	
Quartäre Eiszeit	206

Die »Zeitschrift für Gletscherkunde« erscheint in zwanglosen Heften, von denen fünf einen Band von ca. 23 Druckbogen bilden. Der Preis eines Bandes mit vielen Textabbildungen, Tafeln und Karten beträgt 20 Mark. Die Ausgabe der Hefte erfolgt nach Maßgabe des einlaufenden Materials.

Manuskripte, zur Besprechung bestimmte Bücher und Separatabdrücke sowie alle auf die Redaktion bezüglichen Anfragen und Mitteilungen sind an den Herausgeber **Professor Dr. Ed. Brückner, Wien III, Baumannstr. 8**, zu senden, geschäftliche Mitteilungen an die **Verlagsbuchhandlung Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a**.

Die Mitarbeiter erhalten für Abhandlungen ein Bogenhonorar von 20 Mk. Kleinere Mitteilungen werden mit 30 Mk., Referate im Literaturbericht und Beiträge zur Bibliographie mit 64 Mk. für den Bogen, Besprechungen von Büchern durch Überlassung des Rezensionsexemplars honoriert.

Von Abhandlungen werden 30 Sonderabzüge ohne besondere Bestellung unentgeltlich, weitere Exemplare gegen Berechnung geliefert.